T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MAKİNE TEKNOLOJİSİ

MEKANİZMA TEKNİĞİ-3

Ankara, 2013

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR ii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ–1 3
1. UZAK MESAFELERE GÜÇ İLETİMİ 3
1.1. Kayış Kasnak Mekanizması 3
1.2. Kullanılan elemanlar 4
1.2.1. Düz Kayışlar 4
1.2.2. V-Kayışı 5
1.2.3. Zaman (Triger) Kayışlar 8
1.2.4. Yuvarlak Kayışlar 12
1.3. Hesaplamaları 12
1.4. Gerdirme Sistemleri 16
1.5. Yük Taşıyıcı Olarak Kasnaklar 17
1.6. Makaralar 17
1.6.1. Basit Makaralar 17
1.6.2. Hareketli Makaralar 19
1.6.3. Diferansiyel Palanga 21
1.7. Zincir Dişliler 23
UYGULAMA FAALİYETİ 27
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 33
ÖĞRENME FAALİYETİ–2 36
2. KAMLAR 36
2.1. Kam Mekanizmaları 36
2.2. Sınıflandırılması 37
2.2.1. Hareket Modu 37
2.2.2. İzleyici Biçimi 38
2.2.3. İzleyicinin yerleşimi 39
2.2.4. Kamın Şekli 39
2.3. Kullanılan Elemanlar 41
2.4. Kam Diyagramları 42
UYGULAMA FAALİYETİ 46
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 52
MODÜL DEĞERLENDİRME 54
CEVAP ANAHTARLARI 55
KAYNAKÇA 56

AÇIKLAMALAR

ALAN	**Makine Teknolojisi**
DAL/MESLEK	**Makine Bakım Onarım**
MODÜLÜN ADI	**Mekanizma Tekniği-3**
MODÜLÜN TANIMI	Kayış-kasnak, zincir dişlilerin ve kamların kullanım amaçları ve yerlerine yönelik bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	Kayış kasnak ve kamlar ile basit mekanizma yapmak
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Gerekli ortam sağlandığında Kayış kasnak ve kamlar ile basit mekanizma yapabileceksiniz. **Amaçlar** 1. Standartlara uygun olarak kayış kasnak tertibatı ile hareket ve güç aktarımı yapabileceksiniz. 2. Standartlara uygun olarak kam mekanizması yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** Mekanik Atölyesi, Bilgisayar Laboratuvarı **Donanım:** Takım tezgâhları eğe, gönye, çekiç, pense, tornavida, mengene, kumpas, markacı boyası, çizecek, pergel, nokta, açı gönyesi, mihengir, pleyt, çelik cetvel vb. araç ve gereçler
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Kayış, ip, zincir gibi esnek makine elemanları, daha çok uzun mesafeler için güç iletiminde kullanılır. Bu şartlarda kayış ve diğer benzeri elemanlar kullanılmazsa aynı işi yapmak için çok sayıda dişli, mil, yatak kullanmak zorunda kalınacaktır. Bu yüzden zincir dişli ve kayış kasnakların mekanizma ve makineleri basitleştiren ve düzeneklerin kurulmaları daha ekonomik olmaktadır.

Değişik tipte hareket üretiminin bir yolu da kam kullanmaktır. Bugün tekstil makinelerinden dikiş makinelerine kadar geniş bir alanda kullanım alanı olan kamların profil eğrilerinin çizimini bu modül içinde öğreneceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

- Standartlara uygun olarak kayış kasnak tertibatı ile hareket ve güç aktarımı yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Doğrusal ve dairesel hareketin temel kavramlarını tekrar ediniz.
- Çevrenizde gördüğünüz kayış-kasnakların kullanım yerlerini not ediniz.

1. UZAK MESAFELERE GÜÇ İLETİMİ

1.1. Kayış Kasnak Mekanizması

Oldukça esnek bir yapıya sahip olan kayışlar, döndüren kasnaktan döndürülen kasnağa güç ve hareketi, temas yoluyla aktarır. Hareketin iletimi sürtünme yolu ile olmakta ve meydana gelen titreşim kayış tarafından emilmektedir (Şekil 1.1).

Şekil 1.1: Kayış kasnak

Kayışla iletimin avantaj özellikleri aşağıda görülmektedir:

- Eksenleri birbirinden uzakta olan miller arasında güç ve hareket iletir.
- İletim oranı serbestçe seçilebilir.
- Kayış malzemesi esnek olduğundan darbeleri emer.
- Elemanları ucuzdur ve bulunmaları kolaydır.
- Kademeli kasnak ya da çapları bir mekanizma ile değiştirilebilen kasnak kullanılarak değişik hız aralığı elde edilebilir.
- Ani yük büyümelerinde kayma yaptığından emniyet görevi de üstlenirler.

Buna karşın kayış-kasnakla iletiminin dezavantajlı yönleri aşağıya açıklanmıştır.

- Kayış-kasnak arasındaki küçük kaymalardan dolayı tam ve sabit güç aktarımı olmaz.

- Kayışta zamanla meydana gelebilecek gevşemeler, ek gerdirme tertibatına ihtiyaç duyulmasına neden olmaktadır.

1.2. Kullanılan elemanlar

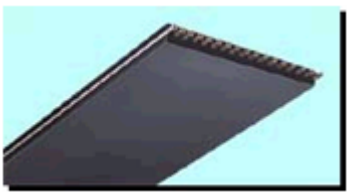
Kayışlar kesitlerine göre,

- Düz kayışlar
- V kayışlar
- Dişli (Zamanlama-Triger) kayışlar
- Yuvarlak kayışlar olmak üzere dörde ayrılmaktadır.

Bir de bunların özel türleri vardır.

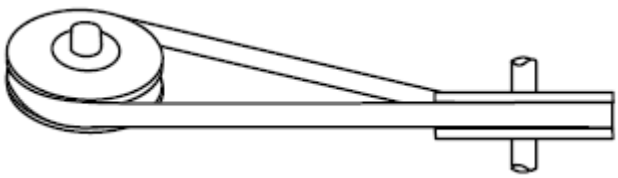
1.2.1. Düz Kayışlar

Düz kayışlar uzak mesafeler arası güç iletimini sessiz ve etkili bir biçimde sağlar. Eksenleri paralel miller arasında güç iletinde kullanıldığı gibi eksenleri açılı, hatta 90^0 olan millerde dahi kullanılır. Kayış, kasnak üzerine düz ve çapraz olmak üzere iki tür sarılır. Düz sarımda her iki kasnak da aynı yönde döner. Çapraz kayışta ise zıt yönde döner. Özellikle kademeli kasnaklarda kullanılmaya elverişlidir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2: Düz kayışlar

Kayışların ana malzemesi kösele, kauçuk ve yapay malzemelerdir. Bunlardan başka plastik malzemelerden yapılan çok tabakalı kayışlar da vardır (Şekil 1.3).



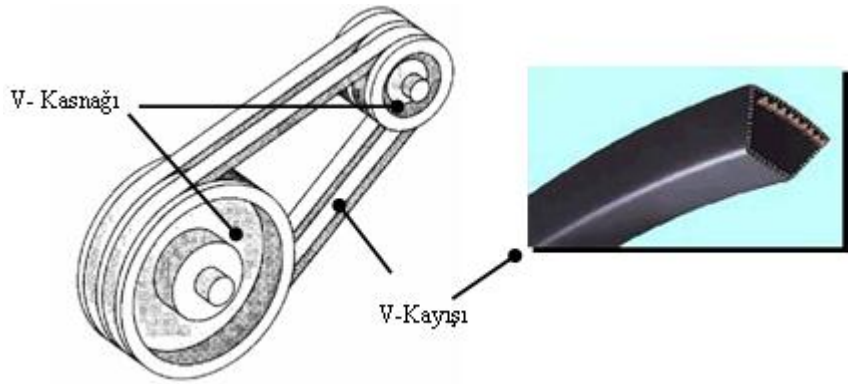
Şekil 1.3: Çapraz sarım

Sığırların sırt derilerinden yapılan kösele kayışların içine bitkisel ve krom bileşikleri katılmaktadır. Asite ve neme karşı dayanıklıdır. Kalınlıkları 3-7 mm arasında değişir. Bazı durumlar da üst üste yapıştırılarak kalınlığı arttırılır. Kauçuklu kayışlar birbirine kauçukla yapıştırılmış çelik tel, naylon ya da pamuk ipliğinden dokunmuş bezden (bezli balata kayışları) oluşur. Tarım, yem ve un fabrikalarında, matkap tezgâhlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapay kayışlar, sentetik yün, yapay ipek ve bazı hallerde naylon gibi senteeik liflerden yapılır. Çok tabakalı kayışlar ise orta tabaka plastik, üst ve alt tabakalar kösele ya da biri kösele diğeri kauçuk olabilir. Düz kayışlar ucu açık olarak satılır. Gerekli

kayış uzunluğuna erişildikten sonra iki açık ucu, kayış perçinleri, raptiye yada cıvata-somun ile mafsallanır.

1.2.2. V-Kayışı

V kayışları düz kayışların aksine kısa mesafelerde kullanılır. V Kayışı ile iletimde büyük sürtünme kuvvetleri oluşur. Kayış kaynak üzerindeki kanallara oturduğundan kayışın kasnak üzerindeki kayması azdır. Kayışın eni dar olduğundan kasnak üzerinde birkaç kayış gerdirmek mümkündür (Şekil 1.4).

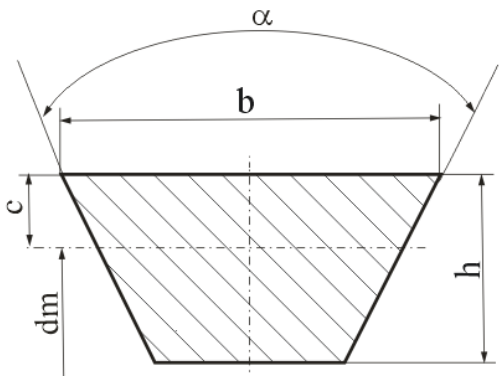


Şekil 1.4: V Kayışı

V kayışına benzer halatların kullanımı çok eskilere gitmektedir. Kaldırma amaçlı kurulan mekanizmalarda kullanılan kendir halatlarının zamanla şekil değişimine uğrayarak konikleştiği ve buna rağmen yükleri taşıyabildiği gözlendi. Fakat kendirin ve daha sonra bez ve kauçuktan yapılan kayışların kasnak tabanına oturması bir türlü önlenemediği için bugünkü anlamda V kayışlarının imali ancak 20. asırda mümkün oldu. Birinci Dünya savaşı sonunda artan taşıyıcı elaman ihtiyacına binaen V kayışı yeniden ele alındı. Bir dizi denemelerden sonra V Kayışı yani paralel olmayan yanakları ile güç taşıyıcı eleman bugünkü şeklini aldı. Yapılan denemelerde kayış kasnağın etrafında dönerken kasnak çapına orantılı olarak değişen 39 -40 derecelik yanak açısı bulundu. Bu kayışlar birisi yumuşak diğeri dayanıklı iki malzemeden yapılmıştır. Kasnakla sürtünen yüzeyi kromlu kösele, onun üstüne dayanıklı tabakayı oluşturmak için kordlu polyester konulur. Ortamın etkisinden korumak için genellikle kauçuklu bezle kaplanır.

V kayışları standarttır. TS standardına göre normal V kayışları (TS 198/1, DIN 2215) ve dar V kayışları (TS 198/4, DIN 7753) olmak üzere ikiye ayrılır. Dar V kayışlarının ISO standardına göre SPZ, SPA, SPB ve SPC çeşitleri vardır.

V kayışlarının kesitini, b genişliği, h yüksekliği ve α imalat açısı tayin etmektedir. İmalat açısı 35^0-$39^{0\ \pm 1}$ arasında değişmektedir. Tablo 1.1, normal V kayışlarının, Tablo 1.2 ise dar V kayışlarının değerlerini göstermektedir.



Genişlik, b	13	17	20	22	25
Yükseklik, h	8	11	12,5	14	
İç Çevre Uzunluğu Li	Dış Çevre Uzunluğu Lm (Lm =Li + 2b)				
600	625	632			
630	655	662			
670	695	702			
710	735	742			
750	775	782			
800	825	832			
850	875	882	890		
900	925	932	940		
950	975	982	990		
1000	1025	1124	1130	1134	
…….	…..	….	….	….	
1180	1205	1212	1220	1225	1230
2000	2025	2032	2040	2045	2050
2120	2145	2152	2160	2165	2170

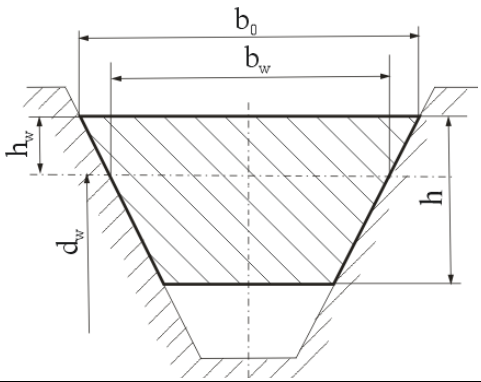
Tablo 1.1: Normal V kayışlarının boyutları (TS 198/1 - DIN 2215)

V kayışının adlandırılması ise genişlik ve uzunluğu ile belirlenir. Örneğin b=22 mm genişliğinde Li=1000 mm iç çevre uzunluğundaki bir kayış,

V Kayışı 22 x 1000 TS 198/1y
ya da

V Kayışı 22 x 1000 DIN 2215

şeklinde adlandırılır.



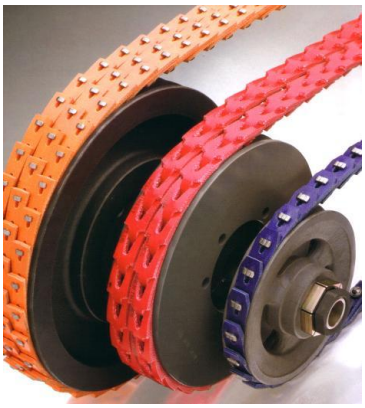
Profil		Kayışın Üst Genişliği b0	Etkin Genişlik bw	Kayış Yüksekliği h	Etkin Yükseklik hw	Kasnağın etkin asgari çapı, dw
Genişlik	ISO Simgesi					
9,5	SPZ	9,7	8,5	8,2	2,5	71
12,5	SPA	12,7	11	10,6	3	90
19	SPB	19	16	15,8	5	160
Kayış Dış Çevre Uzunluğu, La						
9,5		**12,5**			**19**	
525	……..	750	1025	2500	1500	…..
575	1375	800	….	2550	1600	3500
600	1400	850	1500	…..	1700	3600
625	…..	875	1525	3300	…..	…..
650	2450	….	1550	3400	2200	4400
675	2500	1000	…..	3500	2300	4500

Tablo 1.2: Dar kayışların boyutları (TS 198/4 - DIN 7753)

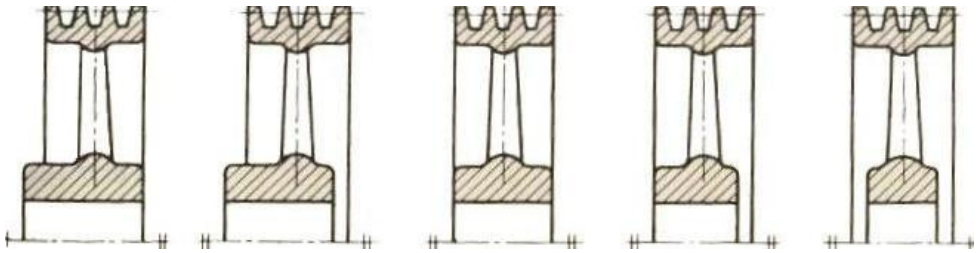
Dar V kayışının adlandırılması profil ve dış çevre uzunluğu ile ifade edilir. Örneğin SPZ profilinde (genişlik=9,5 mm) ve La=800 mm çevre uzunluğunda olan dar V kayışı,

V Kayışı SPZ x 800 TS 198/4 şeklinde adlandırılır.

V kayışlarının özel bir hâli de birden fazla V kayışının mafsallı olarak birbirine bağlanmasıdır (Şekil 1.3). Çalışma yerine göre bazı bölümleri çıkartılarak uzunluğu ayarlanabilir. Bu da montajı kolaylaştırmaktadır. Bundan başka varyatörlerde kullanılan genel V kayışları, çift taraflı V kayışları, çok profilli (tırtıllı) V kayışları, çok kanallı (birleştirilmiş) V kayışları da piyasada kullanılmaktadır. Şekil 1.6'da çok kanallı V kayış kasnakları görülmektedir.



Şekil 1.5: Mafsallı V kayışı

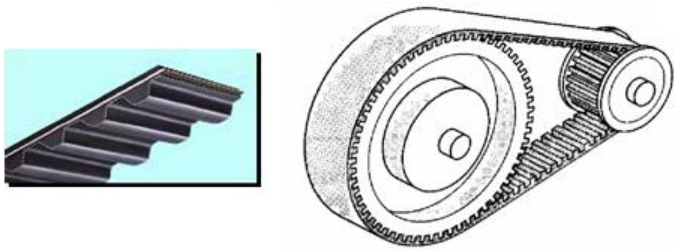


Şekil 1.6: Çok kanallı V kayış kasnakları

Genelde kasnaklar GG-15 ve GG-20'den yapılır. Milin kasnağa geçen kısmına "göbek", kayışın kasnağa temas eden kısmına "ispit", göbekle ispit arasında kalan kısma ise gövde denir. Gövdeler dolu ya da kollu olarak yapılır.

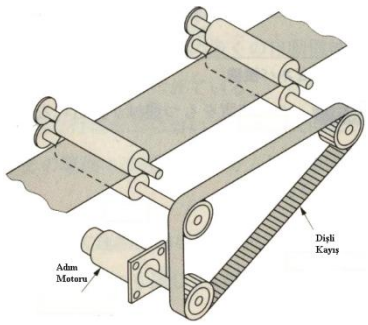
1.2.3. Zaman (Triger) Kayışlar

Zaman kayışlarının üzerinde dişler vardır. Bu yüzden bunlara dişli kayış da denilmektedir. Bu dişler kasnak üzerinde açılan oluklara geçmektedir. Güç aktarımı sırasında dişlerinden dolayı kasnakla arasında bir kayma olmamasından dolayı sabit açısal hızda hassas güç aktarımı mümkün olmaktadır. Gürültüsüz çalışması, küçük çaplı kasnaklarda bile kullanılabilmesi, gıda ve sağlık sektöründe, ofis makinalarında kendine geniş kullanım alanı bulmasına sebep olmuştur (Şekil 1.7).



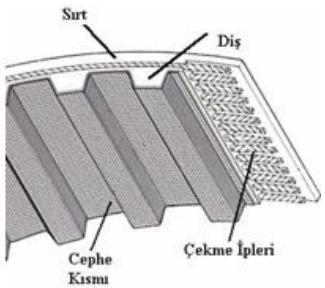
Şekil 1.7: Dişli kayış

Dişli kayışlar herhangi bir hız sınırlaması olmaksızın çalışabilirler. Buna karşın darbeli ve beklenmeyen bir yükle karşılaşıldığında kayma hareketi yapamadığı için emniyet görevini yapamamaktadır (Şekil 1.8).



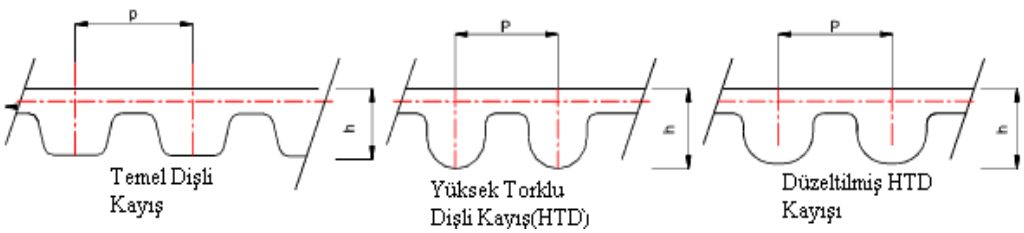
Şekil 1.8: Dişli kayış ile konveyör hareketi

Dişli kayışlarda çekme işini yapan çelik teller ya da bir ip doku, ince bir kauçuk tabaka içine yerleştirilmiştir. Bu eleman üzerine neopren adı verilen sentetik kauçuk dökülerek eşit aralıklı dişler meydana getirilir (Şekil 1.9).



Şekil 1.9: Dişli kayış yapısı

Dişli kayışların ölçüleri ISO 5294/ TSE 5160 standartlarında belirlenmiştir. İlk dişli kayışların dişleri trapez şeklindeydi. Zamanlama kayışı da denilen bu kayışların profillerinde dişlerin yan kısımları düz çizgidir. 150 kW'a kadar güç aktrabilen bu kayışın ölçüleri inch ölçülerine göre belirlenmiştir. Adım kodu (Şekil 1.10) MXL, XL, L, H, XH, XXH ile belirtilen bu kayışın ölçüleri Tablo 1.3 - 1.4 1.5'te görülmektedir.



Şekil 1.10: Dişli kayışta adım

Kayış Kodu	Anlam	Adım mm	Mevcut Kayış Genişlikleri mm
MXL	Extra Light	2,032	3,05 4,826 6,35
XL	Extra Light	5,08	6,35 9,652
L	Light	9,525	12,7 19,05 25,4
H	Heavy	12,7	19,05 25,4 38,1 50.8 76,2
XH	Extra Heavy	22.225	50.8 76,2 50.8 76,2 101,6 127101,6
XXH	Double Extra Heavy	31,75	50.8 76,2 101,6 127

Tablo 1.3: Temel dişli kayışı ölçüleri

Trapez profilinde yuvarlatmalara gidilerek HTD kayışı olarak bilinen kayışlar elde edilmiştir. Diş yüzeyi daha büyük olduğundan 1000kW'a kadar güç aktarabilmektedir. Metrik adımla (3,5,8,10,14,20mm) temsil edilir.

Kayış Kodu	Anlam	Adım mm	Mevcut Kayış Genişlikleri mm
3M	3mm Yüksek Tork İletimi	3	6 9 15
5M	5mm Yüksek Tork İletimi	5	9 15 25
8M	8mm Yüksek Tork İletimi	8	20 30 50 85
14M	14mm Yüksek Tork İletimi	14	40 55 85 115 170
20M	20mm Yüksek Tork İletimi	20	115 170 230 290 340

Tablo 1.4: HTD dişli kayışı ölçüleri

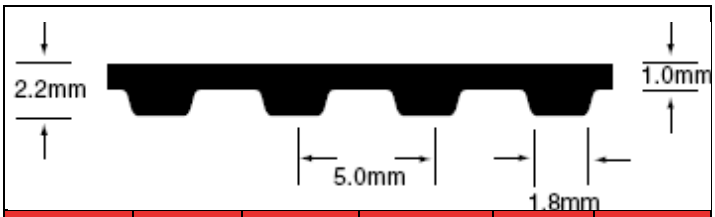
HTD profilinde değişiklik yapılarak GT(Gates Powergrip) ile isimlendirilen yuvarlaklığı düzeltilmiş dişli kayış imal edilmiştir. 600 kW'a kadar güç aktarabilen bu kayışlar 2, 3 ve 5 mm adımda imal edilir. Bu kayış diğerlerine göre daha yüksek hassasiyet sağlar. Dişli kayışları adım ve uzunluklarına göre simgelenir.

Örneğin adımı 5 ve uzunluğu 255 mm olan bir kayış "T5-255" şeklinde isimlendirilir. Bazı durumlarda kayış genişliği de simgeye konulmaktadır (6 T5-255). Adım, hatırlanacağı üzere bir diş dolusu ve bir diş dolusu arasında kalan ölçüydü. 2.5, 5, 6 ve 10 mm adımlı kayışlar çok kullanılmaktadır.

Kayış Kodu	Anlam	Adım mm	Mevcut Kayış Genişlikleri mm
2MR	2mm Yüksek Tork İletimi	2	3 6 9
3MR	3mm Yüksek Tork İletimi	3	6 9 15
5MM	5mm Yüksek Tork İletimi	5	9 15 25

Tablo 1.5: GT dişli kayışı ölçüleri

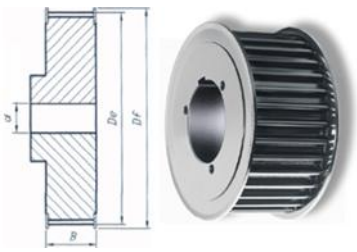
Tablo 1.6'da adımı 5 mm olan kayışın temel ölçüleri görülmektedir.



Kayış No	Adım mm	Diş Sayısı	Kayış No	Adım mm	Diş Sayısı
T5-100	100.0	20	T5-630	630.0	126
T5-150	150.0	30	T5-640	640.0	128
T5-165	165.0	33	T5-650	650.0	130
T5-180	180.0	36	T5-660	660.0	132
T5-185	185.0	37	T5-690	668.0	138
T5-200	200.0	40	T5-695	695.0	139
T5-215	215.0	43	T5-700	700.0	140
T5-220	220.0	44	T5-720	720.0	144
T5-225	225.0	45	T5-750	750.0	150
T5-245	245.0	49	T5-780	780.0	156
……	…..	…..	……	…..	…..
T5-400	400.0	80	T5-1280	1280.0	256
T5-410	410.0	82	T5-1315	1315.0	263
T5-420	420.0	84	T5-1380	1380.0	276
T5-425	425.0	85	T5-1440	1440.0	288
T5-450	450.0	90	T5-1500	1500.0	300
…..	….	….	T5-1995	1995.0	391

Tablo 1.6: 5 mm adımlı dişli kayış ölçüleri

Dişli kayış kasnakları hafif işletme koşulları altında çalıştıklarından genel olarak alüminyum, pirinç, çinko alaşımı gibi hafif malzemelerden veya plastikten yapılırlar. Bazı hallerde Çelik veya dökme demirdende imal edilirler. Hafif metalden yapıldığı durumlarda dökme demir veya çelikten yapılan konik göbekler civatalar vasıtasıyla kasnağa bağlanırlar (Şekil 1.11).



Şekil 1.11: Dişli kasnağı

Adım	Diş Sayısı	De	Df	d	Adım	Diş Sayısı	De	Df	D
T5	10	15,05	20	6	T10	12	36,35	42	24
	11	16,65	22	6		13	39,5	45	26
	12	18,25	23	6		14	42,7	48	30
	13	19,85	25	8		15	45,9	51	34
	….	….	…	…		….	….	…	…
	25	39	43	25		25	77,7	82	66
	26	40,6	45	25		26	80,9	86	68
	….	….	…	…		….	….	…	…
	40	62,85	67	47		40	125,45	131	110
	41	64,4	69	48		41	128,65	134	110
	42	66	70	50		42	131,85	137	112
	….	….	…	…					
	55	86,7	91	68		55	173,2	178	146
	56	88,3	93	70		56	176,4	182	150
	57	89,9	94	72		57	179,6	185	152
	….	….	…	…		….	….	…	…
	109	172,65	177	148		110	348,3	354	317
	110	174,25	179	150		111	351,45	357	321
	111	175,85	180	150		112	354,65	360	323
	112	177,45	182	152		113	357,8	363	327
	113	180,65	184	152		114	361	367	330

Tablo 1.7: Dişli kasnağı ölçüleri

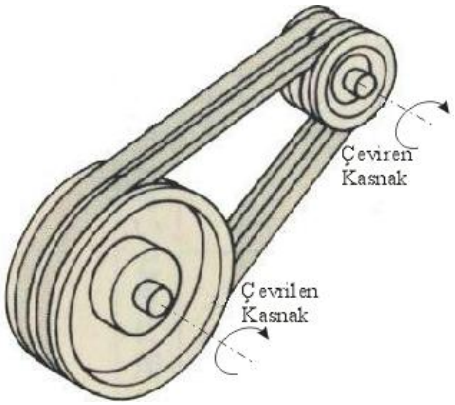
1.2.4. Yuvarlak Kayışlar

Güç ve hareket iletimi için kullanılan termoplastik poliüretandan ya da köseleden üretilen bu kayışlar pratik kaynak işlemi ile isteğe göre boyutlandırılmaktadır. Yuvarlak kesitli kayışlar, dikiş makinesi, sinema ve kamera teçhizatı, pamuklu ve yünlü üretim makineleri, gıda, baskı ve paketleme makineleri, vantilatör ve benzeri makinelerde ufak güçlerin iletilmesinde kullanılır. 5, 6, 7, 8 ve 10 mm çaplarında yapılır (Şekil 1.12).

Şekil 1.12: Yuvarlak kayışlar

1.3. Hesaplamaları

Kayış-kasnak hesabında ilk adım iletim oranının belirlenmesidir. Döndüren mildeki devir sayısı, dolayısıyla döndürme momenti, döndürülen mile arttırılarak mı yoksa azaltılarak mı aktarılma sorusunu, iletim oranı cevaplamaktadır. Döndüren mile bağlı olan kasnağa çeviren kasnak, döndürülen mile bağlı olan kasnağa çevrilen kasnak denilmektedir (Şekil 1.13).



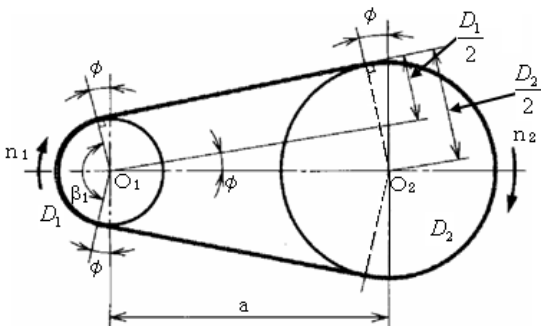
Şekil 1.13: Kayış kasnak hareketi

Çeviren kasnağın devir sayısı n_1, çapı D_1, çevrilen kasnağın devir sayısı n_2, çapı D_2 olduğuna göre kasnağın iletim oranı aşağıdaki ifade ile gösterilebilir (kasnak ile kayış arasındaki kayma ihmal edilmiştir).

$$i = \frac{D_2}{D_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$D_2 = \frac{n_1}{n_2} D_1$$

İfadeden de anlaşılacağı üzere iletim oranı büyüdükçe çevrilen kasnaktaki devir sayısı düşmekte; buna bağlı olarak döndürme momenti artmaktadır (Şekil 1.14).



Şekil 1.14: Kasnak çapları

Düz sarımlı iki kasnak arasındaki kayış uzunluğu (L[mm]),

$$L = 2a\cos\phi + \frac{D_1}{2}\beta_1 + \frac{D_2}{2}\beta_2 \qquad [1.1]$$

ifadesi ile hesaplanır. Burada, eksenler arası mesafe a[mm], çeviren kasnak çapı D_1[mm] ve çevrilen kasnak çapı D_2[mm]'dir. Bu bağıntı kayış uzunluğunu tam olarak verir. Fakat uygulamada sarılım ve eksen açıları ile uğraşmak zaman kaybına sebep olacağından ifadeyi açı değerlerinden arındırmak gerekir. Bu değerler yerine boyutsal karşılıkları yerleştirilirse,

$$L = 2a + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4a} \qquad [1.2]$$

bulunur. Daha pratik olarak π / 2 yerine 1,57 konulursa,

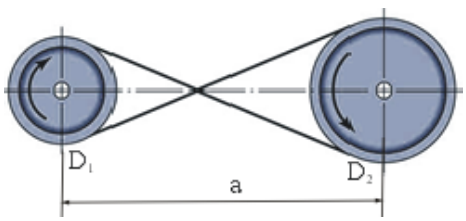
$$L = 2a + 1.57(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4a} \qquad [1.3]$$

bulunur. Bazı hallerde hesap yolu ile bulunan kayış uzunlukları en yakın değere yuvarlatılır. Buna göre eksenler arası mesafeyi yeniden hesaplamak gerekir. Buna göre yuvarlatılmış L uzunluğuna göre eksenler arası mesafe [1.2] denkleminden,

$$a = \frac{2L_m - \pi(dm_1 + dm_2) + \sqrt{[2L_m - \pi(dm_1 + dm_2)]^2 - 8(dm_2 - dm_1)^2}}{8} \qquad 1.4]$$

bulunur. Eğer çapraz bağlanmış kasnak kullanılırsa kayış uzunluğu (Şekil 1.15):

$$L = 2a + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 + D_1)^2}{4a} \qquad [1.5]$$



Şekil 1.15: Çapraz bağlama

V kayışı için boyutlar, çekme ve basma kuvvetlerinin etkili olmadığı tarafsız eksene göre tayin edilir. Normal V kayışı için tarafsız eksen, kayış kesitinin merkezidir. Bu eksene göre kayış uzunluğu L_m ve kasnak çapları dm_1 ve dm_2, ortalama değerlerdir. Dar V kayışları için tarafsız eksen h_w etken yükseklik tarafından bulunur. Bu eksene karşılık gelen kasnak çaplarına "dw_1 ve dw_2 etkin çapları", kayışın uzunluğuna etkin uzunluk L_w ve genişliğine etkin genişlik b_w denir (Tablo 1.2). Bu açıklamaların ışığında Normal V kayışları için kayış uzunluğu:

$$L_m \approx 2a + \frac{\pi}{2}(d_{m_1} + d_{m_2}) + \frac{(d_{m_2} - d_{m_1})^2}{4a} \qquad [1.6]$$

Dar V kayışları için kayış uzunluğu:

$$L_w \approx 2a + \frac{\pi}{2}(d_{w_1} + d_{w_2}) + \frac{(d_{w_2} - d_{w_1})^2}{4a} \qquad [1.7]$$

V kayışları sonsuz uzunlukta yani kapalı olarak yapılır. Uzunluklar standarttır. Standartta kayışın dış çevre uzunluğu La ve iç çevre uzunluğu Li verilmektedir. [1.6] denklemi esas alınarak normal V kayışında:

Dış çevre uzunluğu	La = Lm + 2·π·c	[1.8]
İç çevre uzunluğu	Li = Lm -2·π·c	[1.9]

Burada c=h/2' dir.

Dar V kayışlarında:

Dış çevre uzunluğu	La = Lw + 2·π·hw	[1.10]
İç çevre uzunluğu	Li = Lw - 2·π·(h -hw)	[1.11]

Kayış ekseni ise

$$a = \frac{2L_m - \pi(dm_1 + dm_2) + \sqrt{[2L_m - \pi(dm_1 + dm_2)]^2 - 8(dm_2 - dm_1)^2}}{8} \quad [1.12]$$

İfadeleri ile bulunur. Dişli kayışların uzunluğu [1.2] ile aynıdır.

ÖRNEK 1: Eksenler arası mesafe 650[mm] olan iki kasnağa ait veriler:

Çeviren	Çevrilen
n1 : 1400 [dev/dak]	dm_2: 198.8[mm]
dm1: 123.8[mm	

olduğuna göre çevrilen kasnağın devir sayısını(n_2) ve kayış uzunluğunu hesaplayınız.

ÇÖZÜM:

$$n_2 = n_1 \times \frac{d_1}{d_2} = 1400 \times \frac{123.8}{198.8} = 871.8 \text{ dev/dak}$$

$$L = 2 \times 650 + 1.57(198.8 + 123.8) + \frac{198.8 + 123.8}{4 \times 650} = 1806,6 \text{ mm}$$

Kayış genişliği b=20 seçilirse kayış kalınlığı h=12,5 mm olur. [1.8] denkleminden

La = Lm + 2·π·c
La = 1806,6 + 2·π·(12.5/2)
La = 1845,8 mm

bulunur. Tablo 1.1'e bakıldığında en yakın standart kayış uzunluğunun 2040 mm olduğu görülür. Bu yüzden eksenler arası mesafenin yeniden hesaplanması gerekir. [1.12] denklemini kullanalım.

$$a = \frac{2L_m - \pi(dm_1 + dm_2) + \sqrt{[2L_m - \pi(dm_1 + dm_2)]^2 - 8(dm_2 - dm_1)^2}}{8}$$

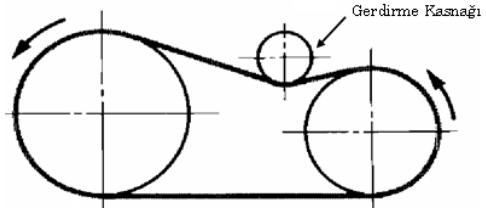
$$a = \frac{2x2040 - \pi(123,8 + 198,8) + \sqrt{[2x2040 - \pi(123,8 + 198,8)]^2 - 8(198,8 - 123,8)^2}}{8}$$

a= 765 mm

Eğer eksenler arası değiştirilemez nitelikteyse standart kayış uzunluğu için araya gerdirme kasnağı konularak kayış uzunluğu azaltılır.

1.4. Gerdirme Sistemleri

Kayışın hareket iletimi kayış kasnak arasındaki sürtünme kuvveti olduğundan kayışın kaymasını azaltarak sürtünmeyi arttırmak gereklidir. V kayışları gerdirileceği zaman kasnaklardan biri eksenler üzerinde hareket ettirilir. Fakat kasnağın hareketi mümkün olmadığında başka bir kasnak kayışın içine veya dışına konur. Buna gerdirme kasnağı denir (Şekil 1.16).



Şekil 1.16: Gerdirme kasnağı

Kayışın gergin tarafındaki gerilim kuvveti Ft[N] ve gevşek tarafındaki kuvvet Fs[N] ise etkin gergi kuvveti aşağıdaki ifade ile bulunur.

$$F_t - F_s$$

Bundan başka kayışın hızı v[m/s] ve aktarılan takat(güç) Pd[kW]:

$$P_d = \frac{(F_t - F_s)}{1000} v \qquad [1.13]$$

Gevşek taraftaki gerilim ihmal edilirse, formü yeniden düzenlenebilir.

$$F_t = \frac{1000}{v} P_d \qquad [1.14]$$

Kuvvet birçok kayış tarafından aktarılıyorsa tek kayışın iletebileceği kuvvet:

$$F_t' = \frac{F_t}{N} \qquad [1.15]$$

ÖRNEK 2: V-Kayışı ile iletimde çevrilen kasnağın devir sayısını (n_2[dev/dak]) ve kayışın hızını (v[m/s]) hesaplayınız. Çeviren kasnağın devir sayısı 950[dev/dak], çapı (dm_1) 158.8[mm], ve çevrilen kasnağın çapı (dm_2) 248.8[mm]'dir.

ÇÖZÜM:

$$n_2 = \frac{d_{m1}}{d_{m2}} \times n_1 = \frac{158.8}{248.8} \times 950 = 606.35 \text{ d/d}$$

$$v = \frac{\pi \times 158.8 \times 950}{1000 \times 60} = 7.90 \text{m/s}$$

ÖRNEK 2: Örnek 1'deki kayışın gergin tarafındaki kuvveti (Ft[N]) hesaplayınız. Aktarılan güç (Pd):2.5[kW] ve gevşek tarafın kuvveti ihmal edilecektir.

ÇÖZÜM:

$$v = \frac{\pi \times 123.8 \times 1400}{1000 \times 60} = 9.0 \text{ m/s}$$

$$Ft = \frac{1000}{9.0} \times 2.5 = 277.8 \text{ N}$$

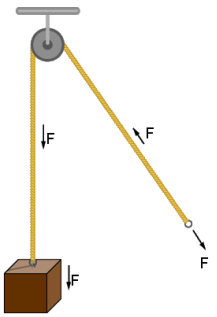
1.5. Yük Taşıyıcı Olarak Kasnaklar

Makaralar sabit ve hareketli olarak basit yapıda da olsa yük taşımada hâlâ kullanılmak tadır. Yük taşımacılığında kayıştan daha çok ip ya da zincir kullanılmaktadır.

1.6. Makaralar

1.6.1. Basit Makaralar

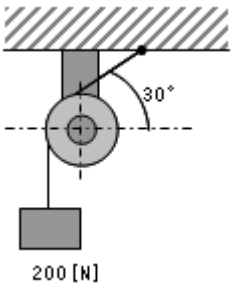
- Basit makara yani tek bir makaranın kullanıldığı sistemlerde uygulanan kuvvetten kazanılmaz. Sadece kuvvetin yönü değişir.100 kg'lik yük varsa 100 kg kuvvet uygulaması gerekir.
- Sabit bir makara bir mesnede ya da duvara irtibatlanır. Taşınan yükle beraber yükselmez ya da alçalmaz. Çubuk ekseninden mesnetlenmiş bir kaldıraca benzer (Şekil 1.17).



Şekil 1.17: Sabit makara

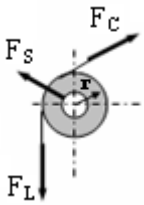
Aşağıdaki örnekte sabit makara statik yani durağan bir yapıdadır.

ÖRNEK 3: Bir yük, makara ve tel ile tavana asılmıştır. Tavana ve makaranın miline etkiyen kuvvetleri bulunuz. Makaranın ağırlığını ihmal ediniz.



ÇÖZÜM:

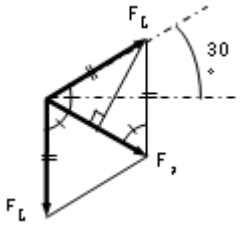
Serbest cisim diyagramını çizelim.



Makaranın O noktasına göre moment alırsak,

$rxF_L = rxF_C$

Böylece $F_C = F_L$=200[N] bulunur. Mil ve tavana asılı tele karşı tepki kuvvetleri oluşacağından cisme etkiyen kuvvetleri çizelim.



Şekilden mile gelen kuvvet,

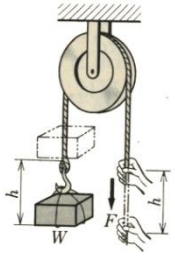
$F_S{}^2 = F_L{}^2 + F_C{}^2 + 2\,F_L F_C \cos\alpha$

$F_S{}^2 = 200^2 + 200^2 + 2\text{x}200\ \text{x}\ 200x\cos 120^o$

Fs=2cos60° x200=200[N] bulunur.

1.6.2. Hareketli Makaralar

Hareketli makara, taşına yükle beraber iner ya da çıkar. Yükün mesnet ve uygulanan kuvvetin arasında olduğu bir kaldıraca benzer (Şekil 1.18).

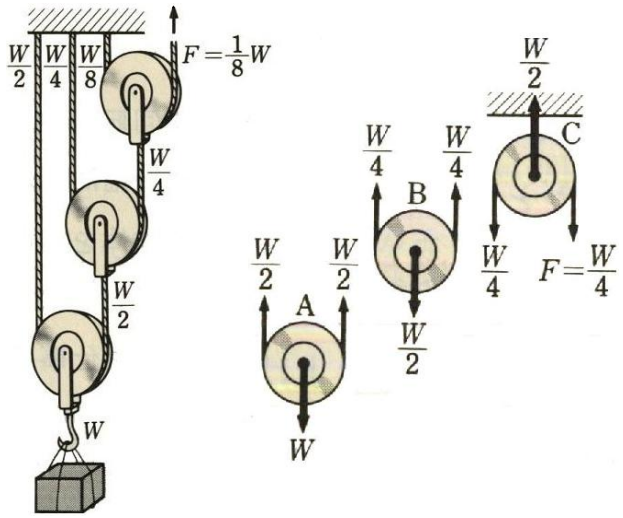


Şekil 1.18: Hareketli makara

Hareketli makaranın mekanik avantajı, hareketli makarayı destekleyen ip sayısına eşittir. Hesaplama yapılırken makaranın sağı ve solundaki ipler ayrı ayrı sayılır. 100 kg'lık yük kaldırılırken 50 kg'lik güç tüketilir.

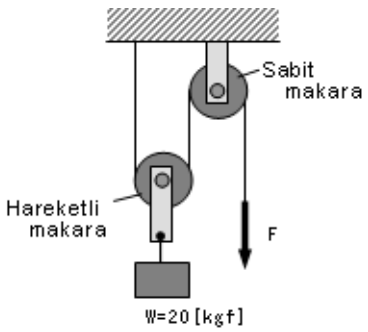
Birçok uygulamada hem sabit hem de hareketli makaralar aynı anda kullanılır. Böyle mekanizmalara ***palanga*** adı verilir. Palangalar hem kuvvetin yönünü değiştirir hem de mekanik avantaj sağlarlar. Şekil 1.19'da 3 hareketli makara vardır. Uygulanacak kuvvet:

$$F = \frac{1}{2^3}\ \text{W} \rightarrow \frac{1}{8}W$$



Şekil 1.19: Palangalar

ÖRNEK 4: Şekilde makara düzeneği görülmektedir. 20[kgf]lık asılı yükü dengede tutmak ve ipin ucundan 40 [cm] çekmek için gerekli F kuvvetini bulunuz. Sonra F ve W'nin yaptıkları işi bulunuz.



ÇÖZÜM:

Makara hareket etmesine rağmen, kuvvetleri bulurken statik denge problemlerini çözer gibi davranıyoruz. Çünkü dengedeki bir sistemi harekete geçirmek için denge kuvvetinden biraz daha büyük bir kuvvete ihtiyaç vardır.

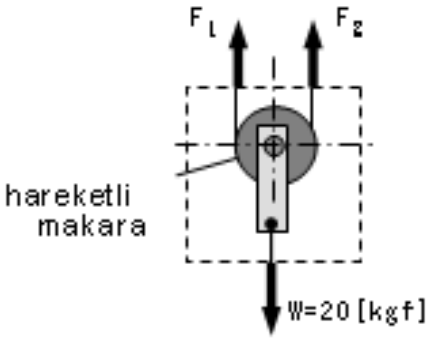
Bu yüzden, hareketli makara diğerlerinden ayrılarak serbest cisim diyagramı çizilir. Hareketli makaranın merkezine göre momentlerin dengesini düşündüğümüzde şunu rahatlıkla söyleyebiliriz.

F1 = F2

Dikey kuvvetlerin dengesinden,

2F1= W

F1=W/2=20/2= 10[kgf]



Tekrar, sabit makaranın etrafındaki moment dengesinden hareketle, çekme kuvvetinin sabit makaranın solunda kalan yükün kuvvetine eşit olacağını söyleyebiliriz. Bu da

F = F1 = 10[kgf]'dir.

Makara ve tel düzeneğinden, telin sağ taraftaki çekilme miktarı, hareketli makaranın iki tarafındaki hareket mesafesine eşit olacaktır. Böylelikle de hareketli makaranın hareket miktarı telin çekilen uzunluğunun yarısı kadar olacaktır.

Yükün yükselme miktarı = (1/2) 40 = 20 [cm]

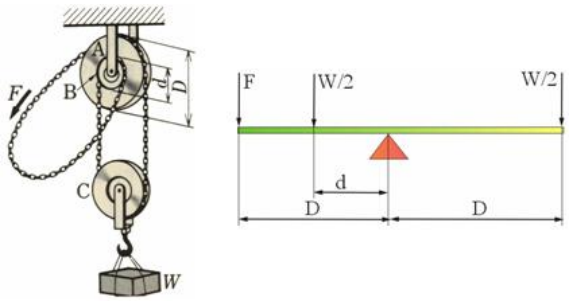
Sonra yapılan işi aşağıdaki gibi bulabiliriz.

F'nin yaptığı iş = F x (ipin çekilme miktarı) = 10x 40=400 [kgf-cm]

W'nin yaptığı iş = Wx (yükün yukarı kalkma miktarı)= 20x20=400 [kgf-cm]

1.6.3. Diferansiyel Palanga

Eş merkezli ve birlikte dönen iki sabit ve bir de hareketli serbest makaradan meydana gelir. Boyutlarının küçük olması dolayısıyla küçük atölye ve işletmelerde yaygın olarak kullanılırlar. Kaldırılan yük, istenilen konumda bir kuvvet olmaksızın durabilir. Mekanik avantaj fazla olmasına rağmen daha fazla ip çekilmesi gerektiğinden yoldan kayıp vardır. Bu da yükün kaldırılma süresinin uzatmaktadır.



Şekil 1.20: Diferansiyel palanga

Şekil 1.20'de eş merkezli A ve B sabit kasnakları vardır. C kasnağı ise hareketlidir. W yükünün kaldırılması için ne kadarlık F kuvvetinin uygulanması gerektiğini bulalım. Sabit kasnakların merkezine göre moment alırsak,

$$\frac{W}{2}D - \frac{W}{2}\text{d - FxD=0}$$

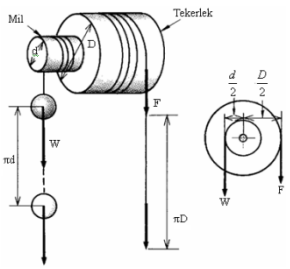
$$\text{FxD=}\frac{W}{2}D - \frac{W}{2}\text{d}$$

$$F = W\frac{D-d}{2D} \qquad [1.16]$$

Örnek olarak 3000N'luk bir yük D=200 mm ve d=180 mm'lik bir kasnakla kaldırılmak istenirse,

$$F = W\frac{D-d}{2D} = 3000\frac{200-180}{2x200} = 150\ \text{[N]'}\text{ lik bir kuvvet gerekir.}$$

Diferansiyel palanga esasında çıkrıkların gelişmiş halidir. Çıkrık bir mil üzerine tutturulmuş disk farklı yarıçaplara haizdir. Cisim diske sarılı iple asılır (Şekil 1.21).



Şekil 1.21: Çıkrık

Büyük yarıçaplı silindire Tekerlek (daire), Küçük çaplı silinidire eksen denir. Mil ve tekerlek kaldıracın bir tatbikatıdır. Ağır bir yük küçük bir kuvvetle kaldırılabilir. Kuvvetle yük arasındaki oran diskin yarıçapları arasındaki orandır.

İp π D miktarı çekildiğinde (bir dönme) cisim π d miktarı kaldırılır. (D: Tekerlek çapı, d: mil çapı). Aşağıdaki formül iş ilkesini ifade etmektedir.

F x πD = W x πd
F x D = W x d

Burada F: İpi çeken kuvvet; W: Cismi etkileyen kuvvettir. Aynı ifade merkez noktasına göre alınan momentle de hesaplanabilir.

$$F \times \frac{D}{2} = W \times \frac{d}{2}$$

$$F \times D = W \times d$$

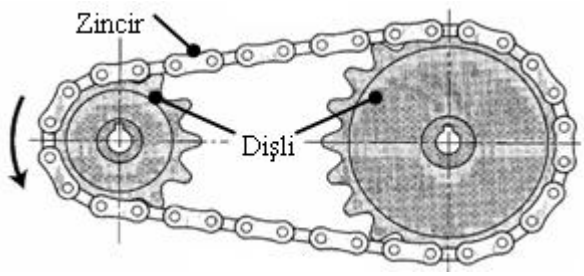
$$F=(d/D)\ W \qquad [1.17]$$

Çıkrık bugün günlük hayatımızda farkında olmasak da önmeli bir yer işgal etmektedir. Yuvarlak kapı tokmaklarında, tornavidalarda, helikopter ve uçak pervanelerinde, arabaların diferansiyel-aks mekanizmalarında, rulolu konveyörler gibi birçok yerlerde bu mantık kullanılır (Şekil 1.22).

Şekil 1.22: Çıkrık uygulamaları

1.7. Zincir Dişliler

Miller arasındaki mesafe çok fazla değilse zincir dişli , güç ve hareket iletiminde kullanılır. Dişlinin dişleri üzerinde yuvarlanan zincir kayma yapmaz. Millerin paralel olması gerekir. Fakat zincir dişli yüksek hız gerektiren yerler (azami v=40 m/sn) için kullanıma uygun değildir. Titreşim ve gürültü kendini hemen belli etmektedir. Üstelik zincir dişli mekanizması için yağlama da gereklidir.Yüksek hız istenen yerlerde bunun yerine dişli kayış kullanılır. Buna rağmen büyük yüklerin düşük hızlarda aktarımı için zincir dişliler dişli kayışlara tercih edilir (Şekil 1.23).

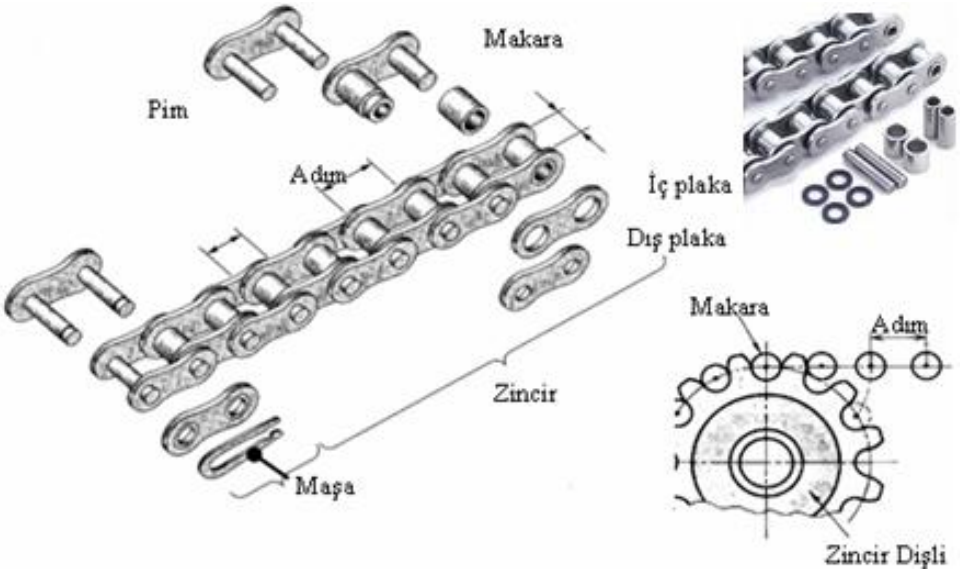


Şekil 1.23: Zincir dişli

Zincir, lamel adı verilen St 60 çeliğinden çeşitli şekillerdeki saç levhaların pimlerle mafsallı olarak birleştirilmesinden meydana gelir. Zincir ucunun diğer bir kısma bağlanması için son lamel daha geniş yapılır. Yapı şekillerine göre lamelli zincirler yük zinciri ve tahrik zinciri olarak sınıflandırılır.

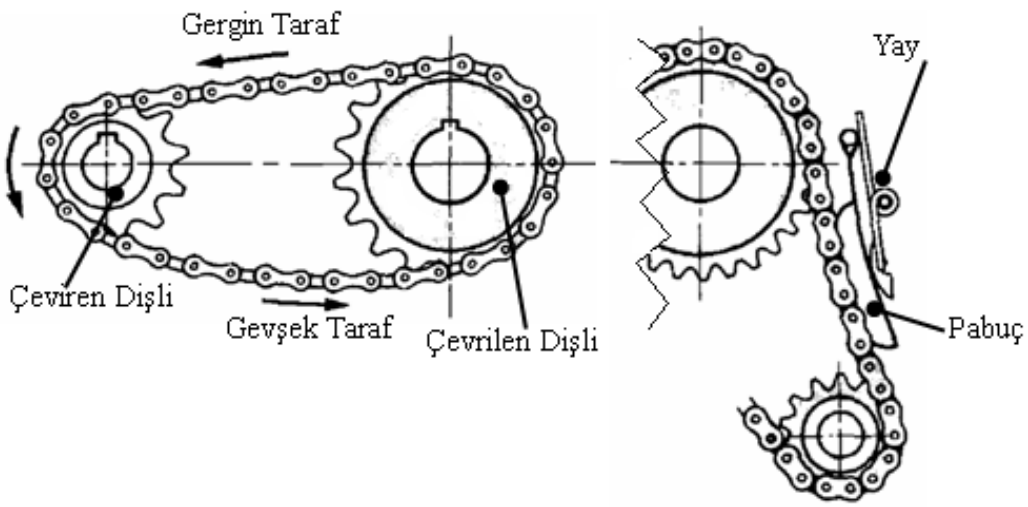
a) Yük zinciri
b) Tahrik zinciri

Üzerinde duracağımız makaralı zincir (DIN 8187 / 8188 / 8189), tahrik zincirinin bir çeşididir. Makaralar, pimler vasıtasıyla plakalara tutturularak zincir dişli elde edilir. Makaranın oturabilmesi için dişlinin alt kısmının dairesel bir yay şeklinde olması gerekir. Üstelik dişlinin diş şekli zinciri kesmeyecek biçimde olmalıdır (Şekil 1.24).



Şekil 1.24: Tek sıralı makaralı zincirin yapısı

Eksenleri gerdirerek dişliyi ayarlamak mümkündür. Zincir eğimli olarak kullanılacaksa açı 60º ya da daha az olmalıdır. Açılı olarak kullanıldığında avare bir dişli ya da pabuç kullanarak zincirin gevşemesi önlenir. Şekil 1.25'te görüldüğü gibi zincirin sıkı tarafı üst, gevşek tarafı alt taraftır. Dişlinin kavrayan diş sayısı birkaç tane ise aşınma çabuk gerçekleşir. Üstelik pürüzsüz bir dönme elde edilemez. Dişlinin diş sayısı 17-70 arasında olmalıdır. Yükün hafif ve hızın düşük olduğu yerlerde diş sayısı daha az olablir.

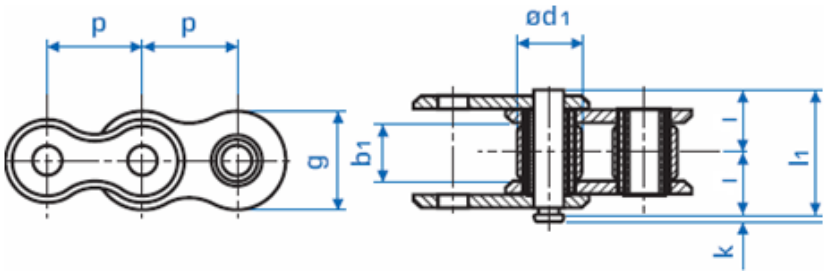


Şekil 1.25: Zincir dişlinin kullanımı

Şekil 1.26'da zincir dişli çarkları görülmektedir. TS 2755 / DIN 8196 numarası ile standartlaştırılmıştır (Şekil 1.26).

Şekil 1.26: Zincir dişli çarkları

Tablo 1.8, DIN 8188 normuna göre makaralı zincirlerin ölçülerini göstermektedir.



Zincir No	p x b_1 (inch)	p x b_1 (mm)	d_1	l_1	k	g
08 A-1	3/8 x 3/16	9,525 x 4,77	5,08	11,4	1,3	9,00
08 A-1	1/2 x 5/16	12,7x7,95	7,92	17,8	3,9	12,07
08 A-1	5/8 x 3/8	15,875 x 9,53	10,16	21,8	4,1	15,09
08 A-1	3/4 x 1/2	19,05 x 12,7	11,91	26,9	4,6	18,08
08 A-1	1 x 5/8	25,4 x 15,88	15,88	33,5	5,4	24,13
08 A-1	1 1/4 x 3/4	31,75 x 19,05	19,05	41,1	6,1	30,18
08 A-1	1 1/2 x 1	38,1 x 25,4	22,23	50,8	6,6	36,20
08 A-1	1 3/4 x 1	44,45 x 25,4	25,40	54,9	7,4	42,24
08 A-1	2 x 1 1/4	50,8 x 31,75	28,58	65,5	7,9	48,26

Tablo 1.8: Zincir ölçüleri

Zincirin ortalama hızı(v_m) aşağıdaki ifade ile hesap edilebilir. P zincirin adımı, dişlinin diş sayısı Z ve dişlinin devir sayısı n[dev/dak] olmak üzere

$$v_m = \frac{p \times z \times n}{1000 \times 60} \qquad [1.18]$$

zincirin gergin taraftaki gerilimi(F[N]), kayışın gerilimi ile aynıdır. Gevşek taraftaki gerilim ve zincirin ağırlığı ihmal edildiği zaman bu ifade:

$$F = \frac{1000}{v_m} P_d$$

P_d[kW] aktarılan güçtür. [1.19]

Z_1 ve Z_2 iki dişlinin diş sayısı, a merkezler arası uzaklık ve zincir makarasının uzunluğu p olmak üzere kayış uzunluğu:

$$L_p = \frac{2a}{p} + \frac{1}{2}(z_1 + z_2) + \frac{p(z_2 - z_1)^2}{4\pi^2 a}$$

[1.20]

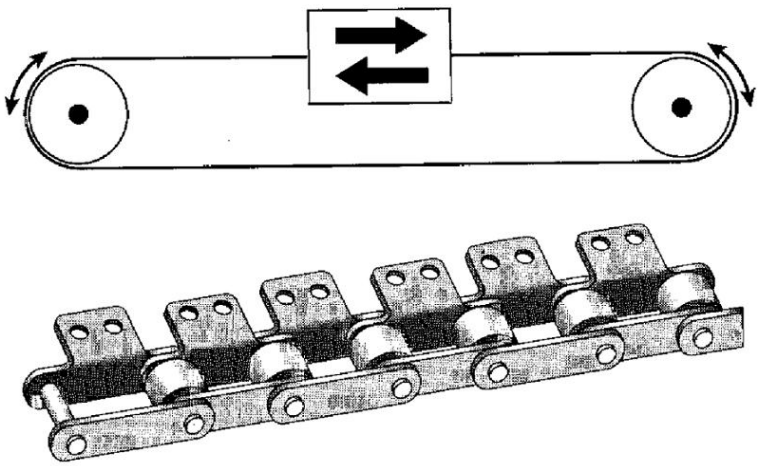
ÖRNEK 5: Zincirle tahrikte aktarılan gücü (Pd [kW]) hesaplayınız. Z_1 =21, adım= 15.875 [mm], devir sayısı = 500 [dev/dak] ve zincirin gerilimi 300 [N]` dir. Gevşek taraftaki gerilim ihmal edilecektir.

ÇÖZÜM:

$$v_m = \frac{15.875 \times 21 \times 500}{1000 \times 60} = 2.78 \text{ m/s}$$

$$Pd = \frac{300}{1000} \times 2.78 = 0.834 \text{ kW}$$

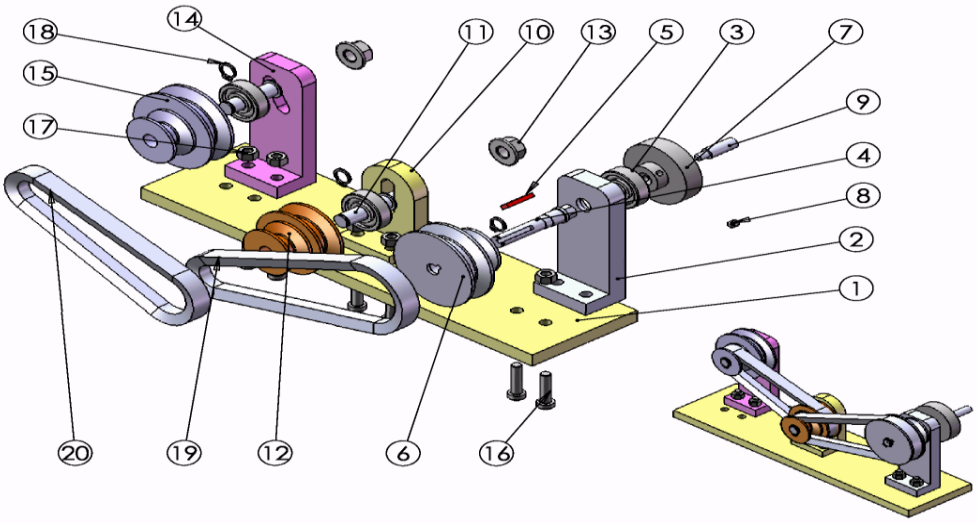
Zincir dişli sadece güç aktarmakla kalmaz, aynı zamanda zincir üzerine ilaveler yapmak suretiyle yük de taşır (Şekil 1.25).



Şekil 1.27: Zincir üzerine yapılan eklemeler

UYGULAMA FAALİYETİ

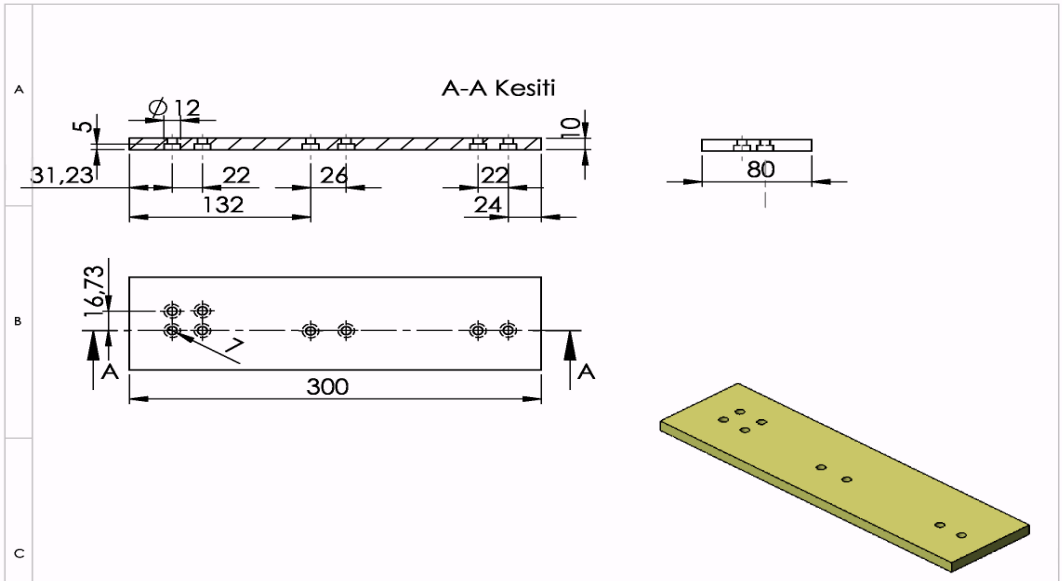
Aşağıda komple ve detay resimleri verilen kayış-kasnak mekanizmasını imal ediniz. Gruplar halinde çalışınız. Parçaları antette verilen sıraya göre işleyiniz.



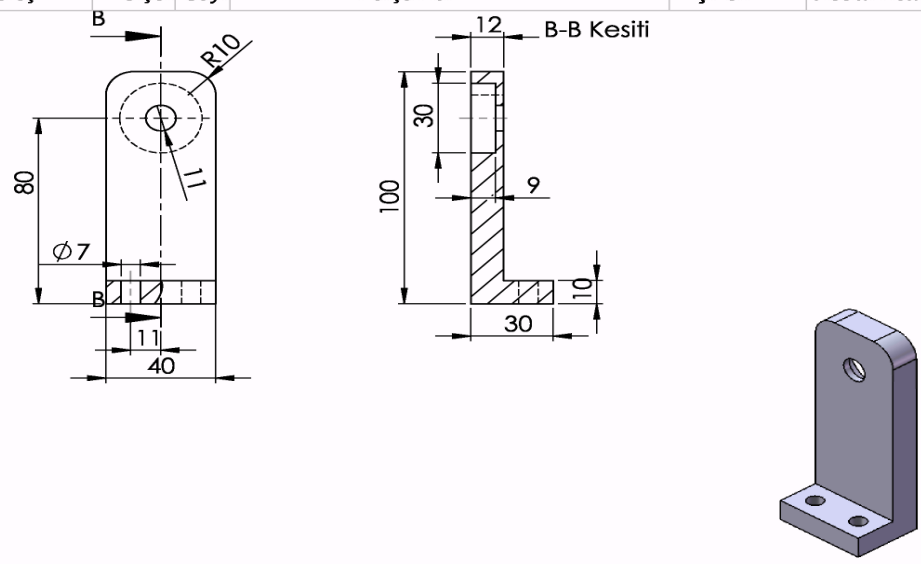
Sayı	Parça Adı	Resim No / Standart No	Parça No	Gereç	Açıklamalar
36	Toplam Parça Sayısı				
1	V Kayışı 13x350	DIN 2215	20	Hazır	Aynı ölçülerde dişli kayış yada yuvarlak kayış kullanılabilir
1	V Kayışı 13x300	DIN 2215	19	Hazır	Aynı ölçülerde dişli kayış yada yuvarlak kayış kullanılabilir
3	Emniyet Segmanı 10x1	DIN 471	18	Hazır	
6	Somun M4	TS 1026	17	Hazır	
6	Imbus Civata M6x18	ISO 4762	16	Hazır	
1	Çevrilen Kasnak	KKM-1_13	15	Ç1020	
1	Çevrilen Kasnak Yatağı	KKM-1_13	14	Hazır	
2	Taçlı Somun M10	ISO 6923	13	Hazır	
1	Ara Kasnak	KKM-1_12	12	Ç1020	
2	Mil	KKM-1_11	11	Ç1020	
1	Ara Kasnak Yatağı	KKM-1_10	10	Ç1020	
1	Çevirme Kolu	KKM-1_9	9	Ç1020	
1	Vidalı Pim M5x8	TS 1024	8	Hazır	
1	Çevirme Tekeri	KKM-1_7	7	Ç1020	
1	Çeviren Kasnak	KKM-1_6	6	Ç1020	
1	Düz Kama 6x3x20	KKM-1_5	5	Ç1020	
1	Mil	KKM-1_4	4	Ç1020	
3	Sabit Bilyalı Yatak 6200	-	3	Hazır	
1	Çeviren Kasnak Yatağı	KKM-1_2	2	Ç1020	
1	Taban	KKM-1_1	1	Ç1020	

	Tarih	Adı	İmza	Sayı	
Çizen					MAZHAR ZORLU ANADOLU TEKNİK ve PLASTİK ENDÜSTRİ MESLEK LİSESİ
Kontrol		Murat ÖZDEVECİ			
Stan.Kont.					

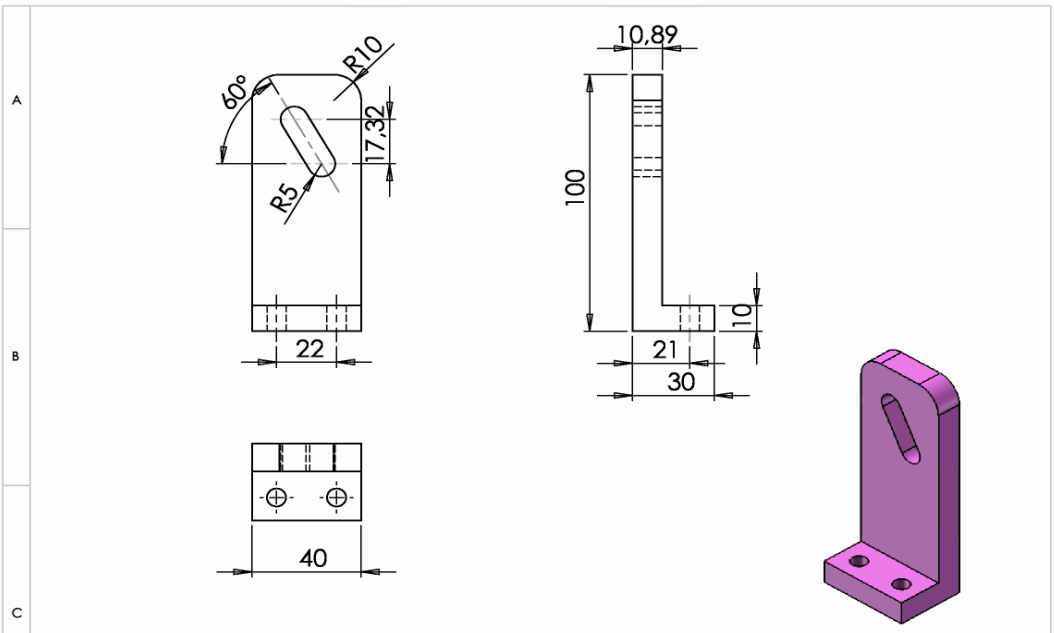
Ölçek	KAYIŞ-KASNAK MEKANİZMASI	Resim Numarası
1:2		KKM - 1



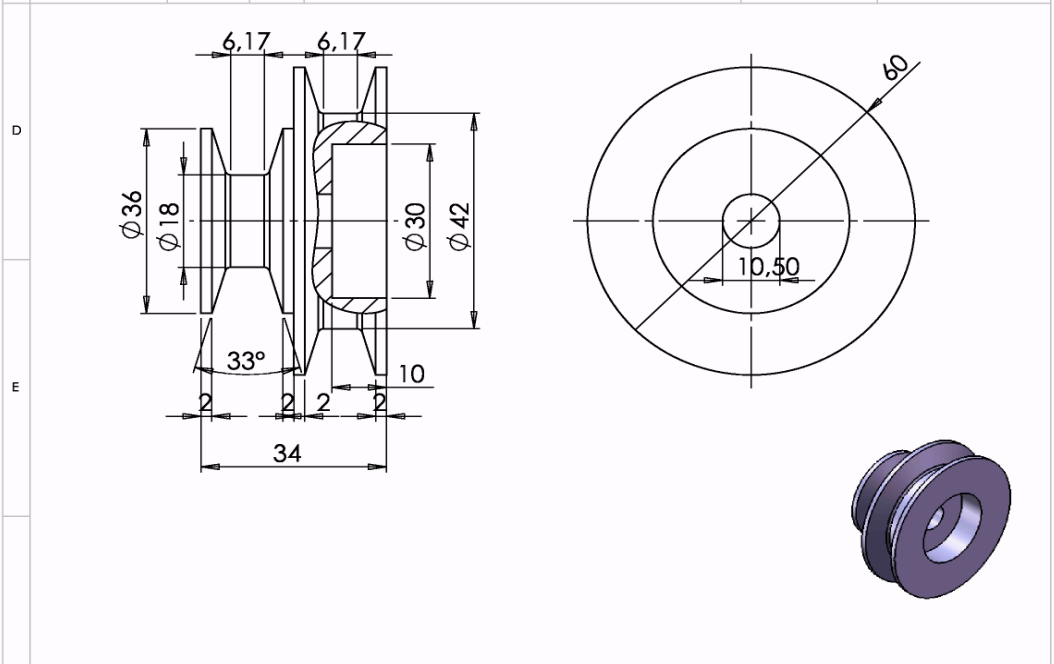
Çizen	Ölçek	Sayı	Parça Adı		Resim Numarası
Çizen	1:4	1	Taban		KKM-1_1
Gereç	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Çizen	Resim Numarası
Ç1020	1:4	1	Taban		KKM-1_1



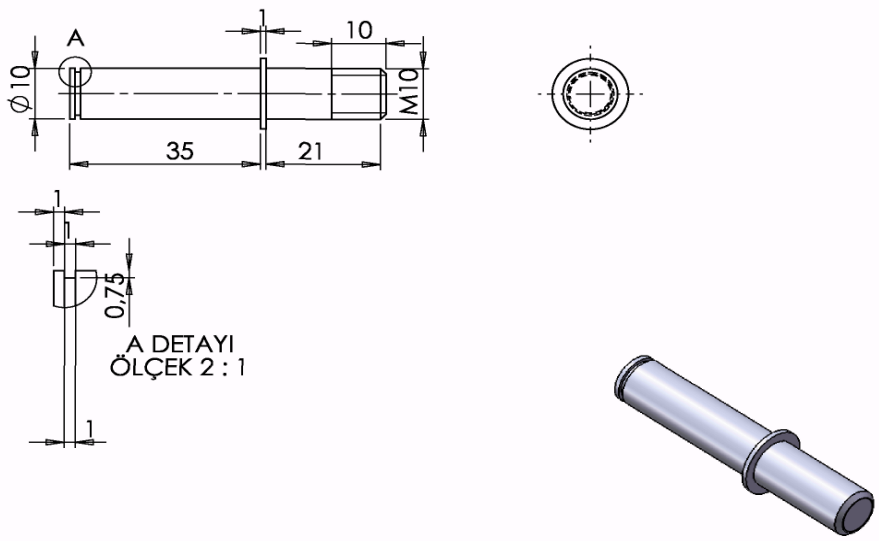
Çizen	Ölçek	Sayı	Parça Adı		Resim Numarası
Çizen	1:2	1	Çeviren Kasnak Yatağı		KKM-1_2
Gereç	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Çizen	Resim Numarası
Ç1020	1:2	1	Çeviren Kasnak Yatağı		KKM-1_2



Gereç	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Çizen	Resim Numarası
Ç1020	1:2	1	Çevrilen Kasnak Yatağı		KKM-1_13

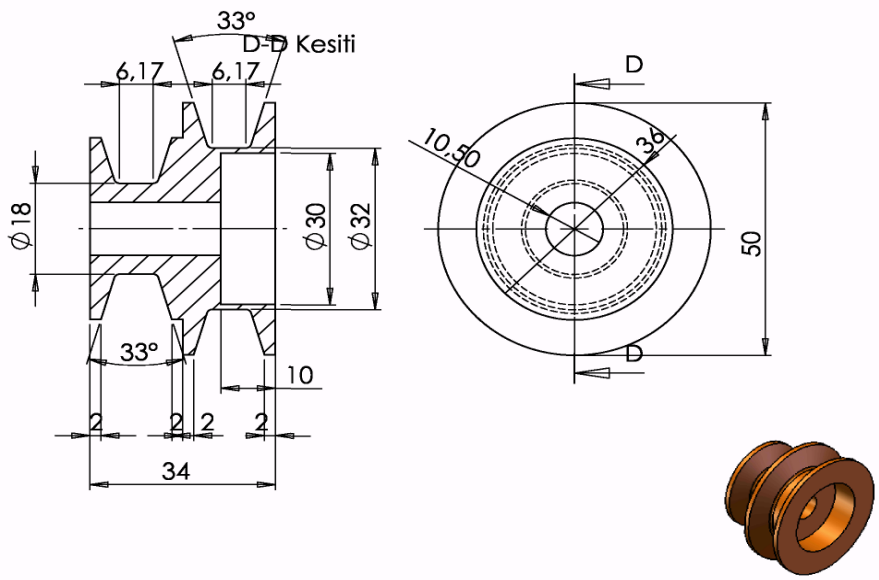


Gereç	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Çizen	Resim Numarası
Ç1020	1:2	1	Çevrilen Kasnak		KKM-1_13



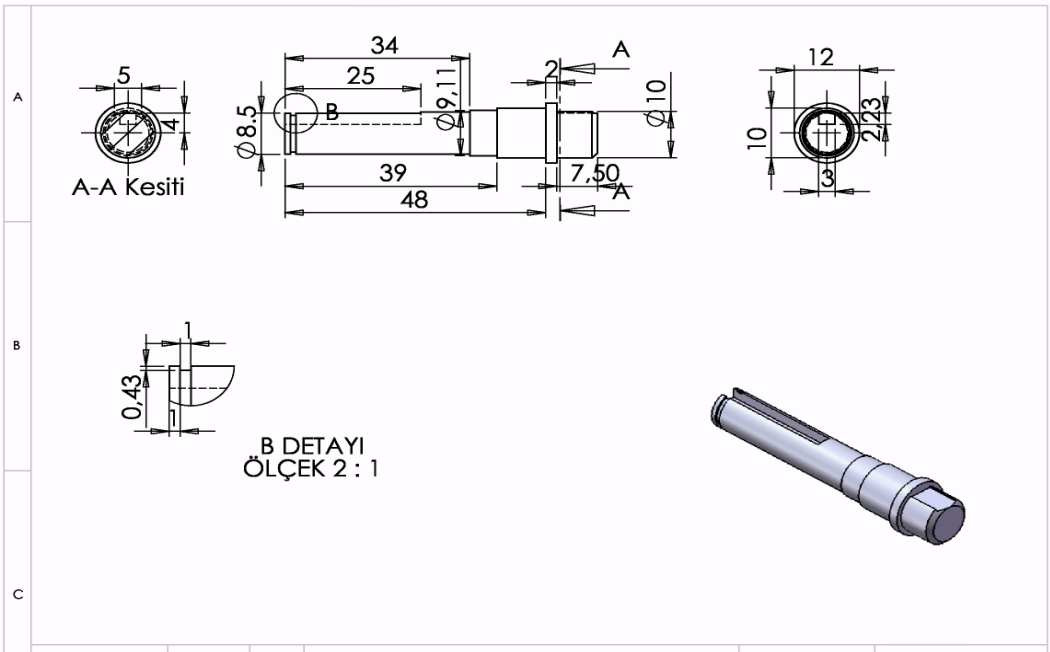
Çizen	Resim Numarası
Çizen	KKM-1_11

Gereç	Ölçek	Sayı	Parça Adı		
Ç1020	1:2	2	Mil		KKM-1_11

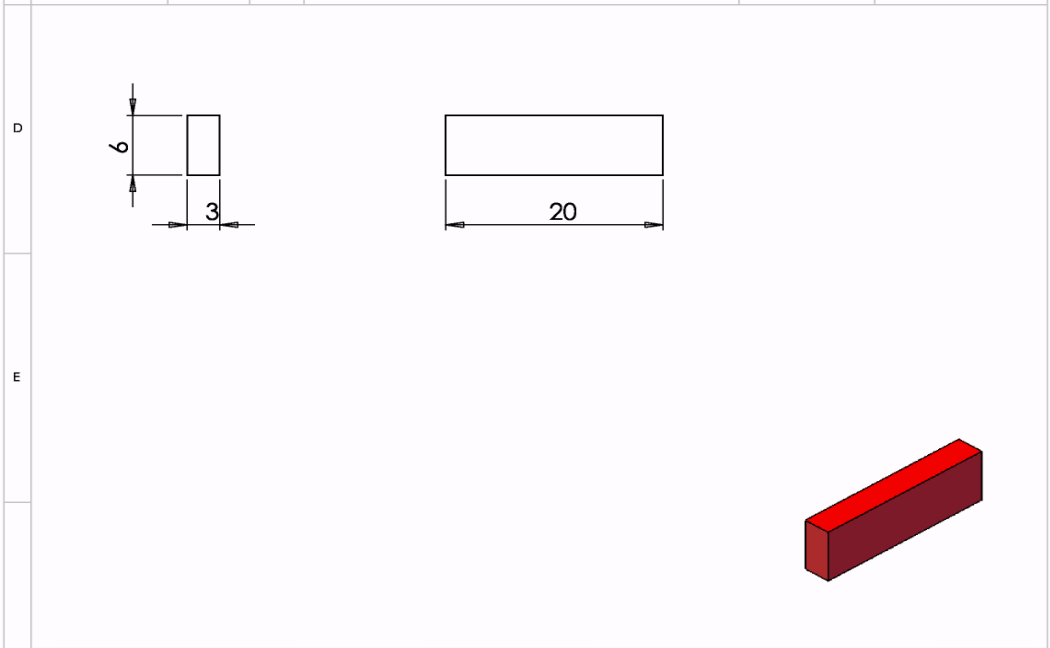


Çizen	Resim Numarası
Çizen	KKM-1_12

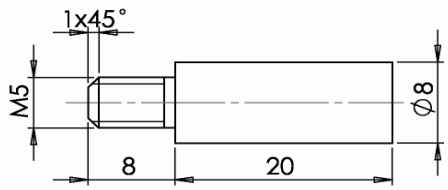
Gereç	Ölçek	Sayı	Parça Adı		
Ç1020	1:1	1	Ara Kasnak		KKM-1_12

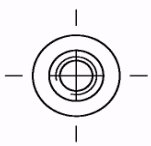


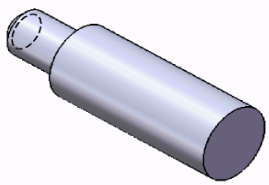
Ç1020	1:1	1	Mil		KKM-1_4
Gereç	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Çizen	Resim Numarası



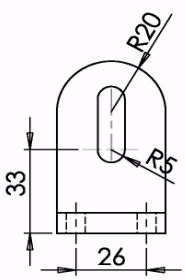
Ç1020	2:1	1	Düz Kama 6x3x20		KKM-1_5
Gereç	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Çizen	Resim Numarası

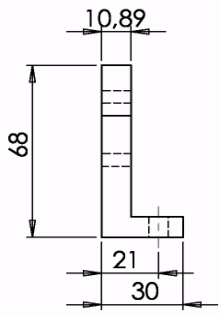


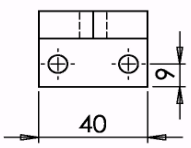


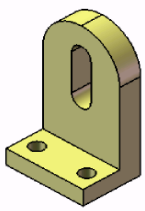


Çizen	Parça Adı	Sayı	Ölçek	Gereç
KKM-1_9	Çevirme Kolu	1	2:1	Ç1020
Resim Numarası				









Çizen	Parça Adı	Sayı	Ölçek	Gereç
KKM-1_10	Ara Kasnak Yatağı	1	1:2	Ç1020
Resim Numarası				

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi uzak mesafelere iletim yapan makine elemanlarından **değildir?**

A) Dişli Kayış
B) V Kayışı
C) Makaralı Zincirler
D) Keten İp

2. Hangi makine elemanının kullanımında kuvvetten **kazanılmaz?**

A) Basit Makara
B) Palanga
C) Çıkrık
D) Dişli Çark

3. Aşağıdakilerden hangisi düz kayışların özellikliklerinden **değildir?**

A) Eksenleri birbirinden uzakta olan miller arasında güç ve hareket iletir.
B) İletim oranı serbestçe tayin edilebilir.
C) Kayma yapmaz.
D) Kayış malzemesi elastiki olduğundan darbeleri emer.

4. Aşağıdakilerden hangisi 6 T10-255 simgesiyle belirtilen kayıştır?

A) Yuvarlak Kayış
B) Dişli Kayış
C) Düz Kayış
D) V Kayışı

5. Aşağıdakilerden hangisi dikiş makinesinde kullanılan bir kayıştır?

A) Yuvarlak Kayış
B) Dişli Kayış
C) Düz Kayış
D) V Kayışı

6. Aşağıdakilerden hangisi makaralı zincirin elemanlarından **değildir?**

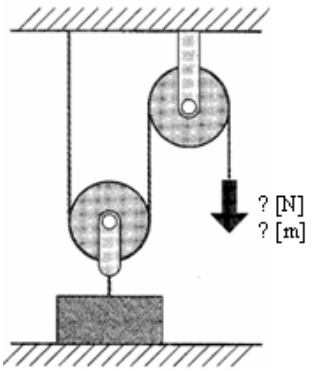
A) Lamel
B) Pim
C) Kama
D) Maşa

PROBLEMLER

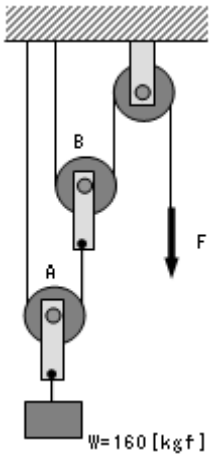
1. V-Kayışı ile iletimde çevrilen kasnağın devir sayısını (n_2[dev/dak]) ve kayışın hızını (v[m/s]) hesaplayınız. Çeviren kasnağın devir sayısı 950[dev/dak], çapı (dm1) 158.8[mm], ve çevrilen kasnağın çapı (dm_2) 248.8[mm]'dir.

2. Sabit ve hareketli kasnağın kullanıldığı sistemde 12 kg'lık yük, 2[m] yükseğe kaldırılmaktadır. Hareketli kasnağın ağırlığı 2[kg]'dir.

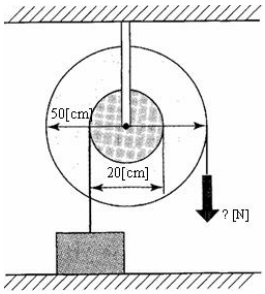
a-) İpin çekildiği uzunluğu (h[m]) hesaplayınız.
b-) İpi çeken kuvvetin büyüklüğünü (F[N]) hesaplayınız.



3. Yandaki makara düzeneğinde 160[kgf]lık yükü yukarı çekecek olan kuvveti bulunuz. F kuvveti 1[m] yol aldığında A ve B'nin yukarı çekilme miktarlarını bulunuz.



4. Dairenin çapı 50[cm] milin çapı ise 20 [cm], cismin ağırlığı ise 10[kg]'dir. İpi çeken kuvveti (F[N]) hesaplayınız.



DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

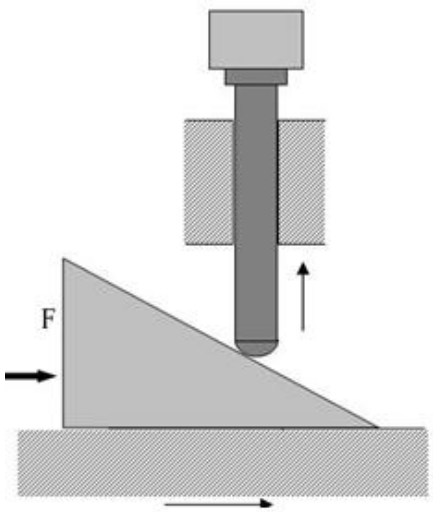
- Standartlara uygun olarak kam mekanizması yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Oyuncaklarda bulunan kamları inceleyiniz.

2. KAMLAR

Kalem ve kitabımızı Şekil 2.1'de görüldüğü gibi bir basit deneyde kullanacağız. Kitabınızı bir eğik düzlem olacak şekilde yatırın ve kalemi takip edici uç olarak kullanın. Kalemin düşmemesi için teknik terim olarak söylersek yataklanması için avucunuzu kullanın. Kitabı yukarı doğru düzgünce hareket ettirdiğinizde kalem kılavuz yatak içinde yukarı doğru hareket edecektir. Bu deneyle bir hareketi başka bir harekete basit bir yöntemle dönüştürdünüz. Bu kamların temelidir.

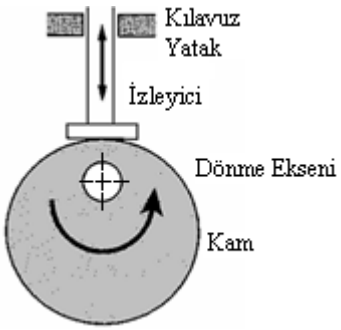


Şekil 2.1: Basit kam deneyi

2.1. Kam Mekanizmaları

Giriş olarak verilen bir hareketi ki çoğunlukla bu bir dönme hareketidir, başka bir hareket türüne dönüştürmede kam mekanizmalarından da yararlanılır. Diğer dönüşüm elemanları bir sonraki modülde ayrıntılı olarak incelenecektir. Kam, hareket dönüşümünde

tek başına kullanılmaz. Şekil 2.2'de de görüldüğü gibi İzleyici adı verilen ve ileri-geri hareket eden bir eleman da kamın hareketini diğer elemanlara iletir.



Şekil 2.2: Basit kam

Kam, eğrisel bir dış ya da iç yüzeye sahip makine elemanları olarak tarif edilir. Kamın hem şekli hem de hareketine (salınım ya da dönme) bağlı olarak rasgele seçilen birçok hareket izleyiciden elde edilebilir.

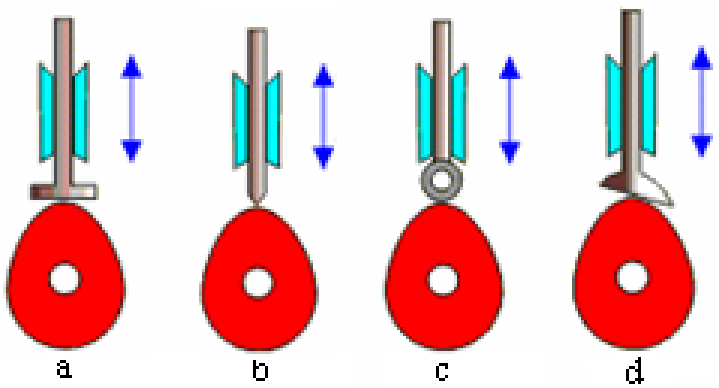
2.2. Sınıflandırılması

Aşağıda kam mekanizmaların bölümleri verilmiştir.

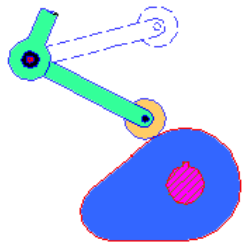
a) Hareket Modu
b) İzleyicinin Biçimi
c) İzleyicinin Yerleşimi
d) Kamın Şekli

2.2.1. Hareket Modu

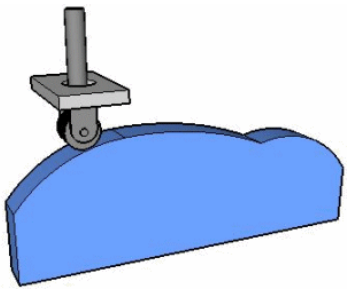
- Dönen Kam -Ötelenen İzleyici (Şekil 2.3)
- Dönen Kam - Salınan İzleyici (Şekil 2.4)
- Ötelenen Kam – Ötelenen İzleyici (Şekil 2.5)



Şekil 2.3: Dönen kam-ötelenen izleyici



Şekil 2.4: Dönen kam-salınan izleyici

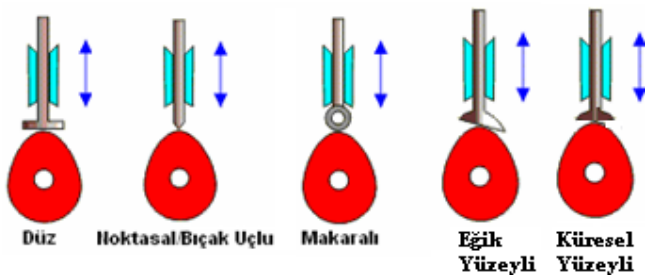


Şekil 2.5: Ötelenen kam-ötelenen izleyici

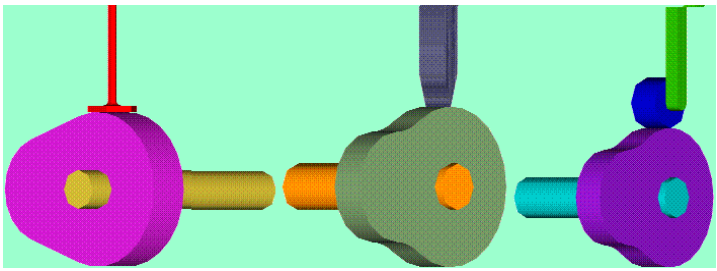
2.2.2. İzleyici Biçimi

Aşağıda kam izleyici çeşitleri bulunmaktadır. Şekil 2.6 ve 2.7 de ise örnekler görülmektedir.

Noktasal/ Bıçak Uçlu
Makaralı
Düz Yüzeyli
Eğik Yüzeyli
Küresel Yüzeyli



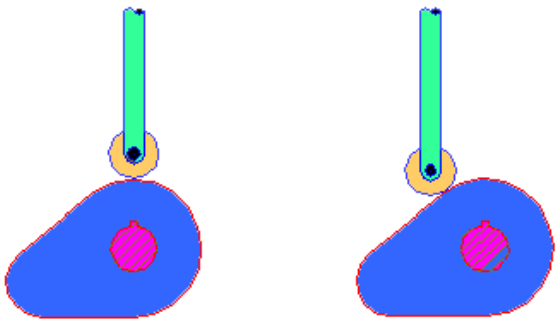
Şekil 2.6: İzleyici çeşitleri



Şekil 2.7: İzleyici 3 boyutlu görüntüleri

2.2.3. İzleyicinin yerleşimi

- Hizalı İzleyici: İzleyicinin merkezi ile kamın merkezi aynı doğru üzerindedir.
- Kaçık İzleyici: : İzleyicinin merkez doğrusu ile kamın merkez doğrusu arasında kaçıklık vardır. (Şekil 2.8)

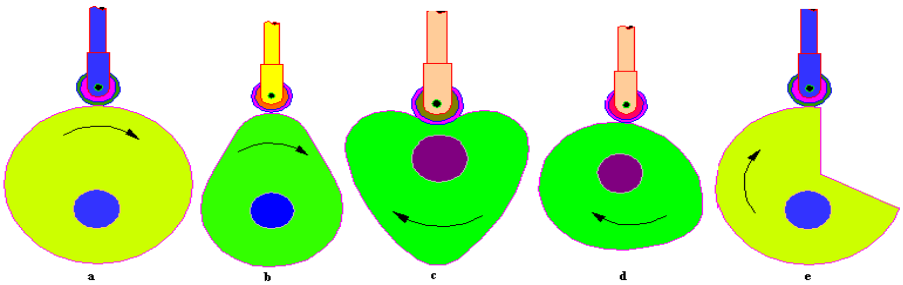


Şekil 2.8: İzleyici yerleşimi

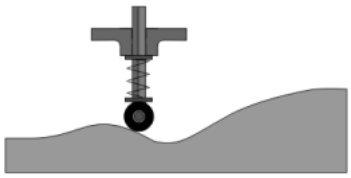
2.2.4. Kamın Şekli

İki Boyutlu Kamlar (Şekil 2.9 – 2.10)

- Dairesel: Pürüzsüz bir eksantrik hareket verir.
- Kalp Biçimli: Sabit hızla düşme ve alçalma imkânı verir.
- Armut Biçimli: Belli bir anda izleyicinin sabit kalmasını sağlar.
- Disk: Değişik hızlarda yükselme ve düşme sağlar.
- Ani Düşmeli: Belli bir anda izleyicinin ani düşmesini sağlar.

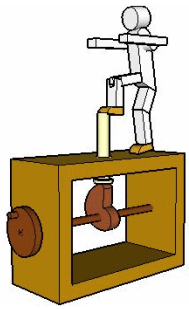


Şekil 2.9: 2 Boyutlu kamlar



Şekil 2.10: Doğrusal kam

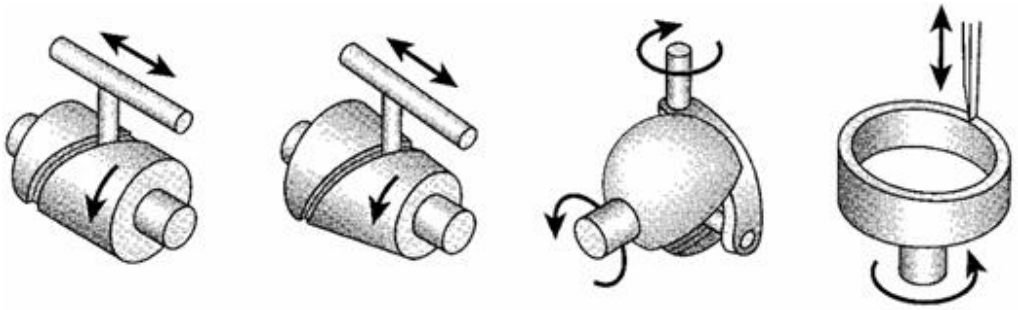
Şekil 2.11'de görülen oyuncakta robot bacağının hareketini yorumlamayı deneyiniz.



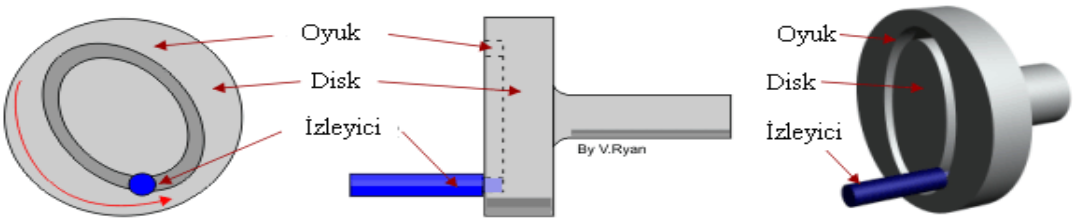
Şekil 2.11: Oyuncak robot

Üç Boyutlu Kamlar (Şekil 2.12 – 2.13)

- Silindirik
- Konik
- Küresel
- Eğrisel
- Oyuklu

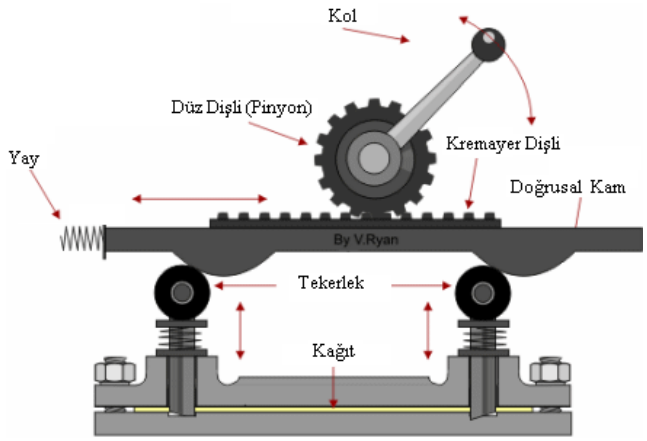


Şekil 2.12: 3 Boyutlu kamlar



Şekil 2.13: Oyuklu kam

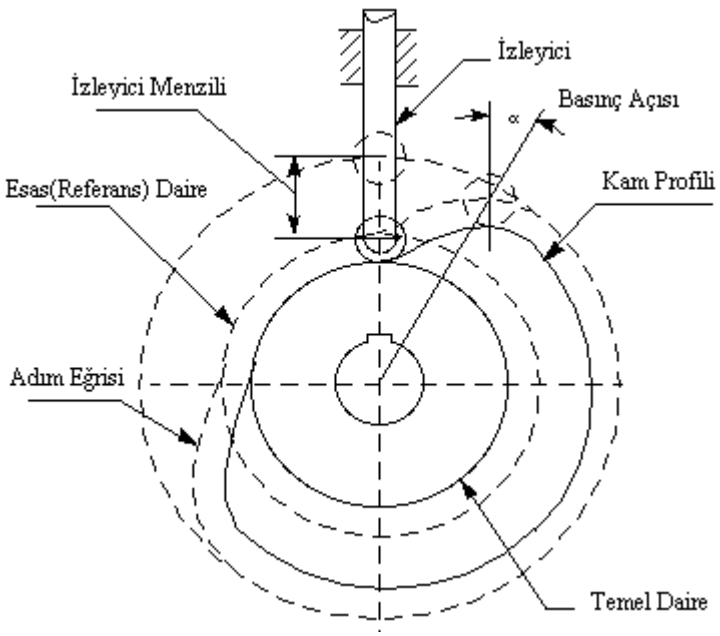
Şekil 2.14'te, bir kâğıt delme makinesi görülmektedir. Kol aşağı bastırılınca düz dişli/ kremayer grubu kamı sola hareket ettirir. Bu işlem zımbaların aşağı hareketiyle kâğıdın delinmesini sağlar. Yay ise tüm mekanizmanın geri dönmesini sağlar.



Şekil 2.14: Kâğıt zımbalama makinesi

2.3. Kullanılan Elemanlar

Kamın elemanları Şekil 2.15'te görülmektedir.



Şekil 2.15: Oyuklu kam

- İzleme Noktası: Düz yüzeyli kamlar için izleyicinin kama temas ettiği nokta. Adım eğrisinin teşkilinde kullanılır. Makaralı kamlar için makaranın merkezi seçilir.

- Adım Eğrisi: İzleyici üzerindeki noktanın kam etrafında dolanırken çizdiği eğridir.
- Esas (Referans) Daire: Kam merkezinden adım eğrisine çizilen en küçük dairedir.
- Menzil: İzleyicinin hareketinde katettiği en büyük yol ya da açıdır.
- Temel daire: Kam merkezinden kam eğrisine çizilen en küçük dairedir.
- Basınç Açısı: Adım eğrisine çizilen normal doğru ile izleyicinin anlık konumu arasındaki açıdır.
- İzleyici Yerdeğiştirmesi: İzleyicinin belli bir anda kam üzerindeki konumudur.

2.4. Kam Diyagramları

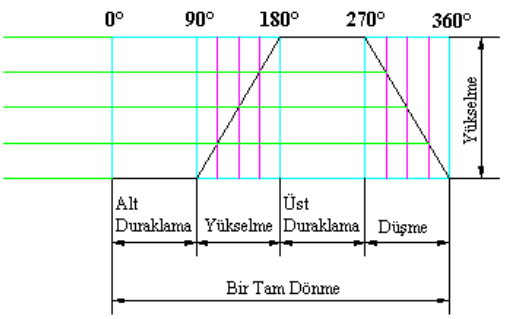
Kam tertibatının oluşturduğu hareket kamın şekline bağlıdır. Amaçlanan hareketi yapan kamı tasarlamak için kam diyagramı çizmek gerekir. Kamlar üç tür harekete göre çizilir.

- Sabit hız
- Sabit ivmeli hareket
- Harmonik Hareket

Sabit hızlı harekette izleyici eşit zaman aralıklarında eşit yol kateder. Düzgün doğrusal harekete benzer. Sabit ivmeli harekette izleyici menzilini değişik hızlarda kateder. Yerdeğiştirme eğrisi paraboliktir. Başlangıçtan orta noktaya ve geri dönüşte düzgün ivme ile hareket eder. Harmonik harekette ise izleyicinin yerdeğiştirmesi bir sinüs eğrisi çizer. Harmonik harekete benzer. Bu harekete örnek olarak bir mantar ya da tıpanın bir su dalgasındaki hareketi ya da duvar saatindeki sarkacın hareketi verilebilir.

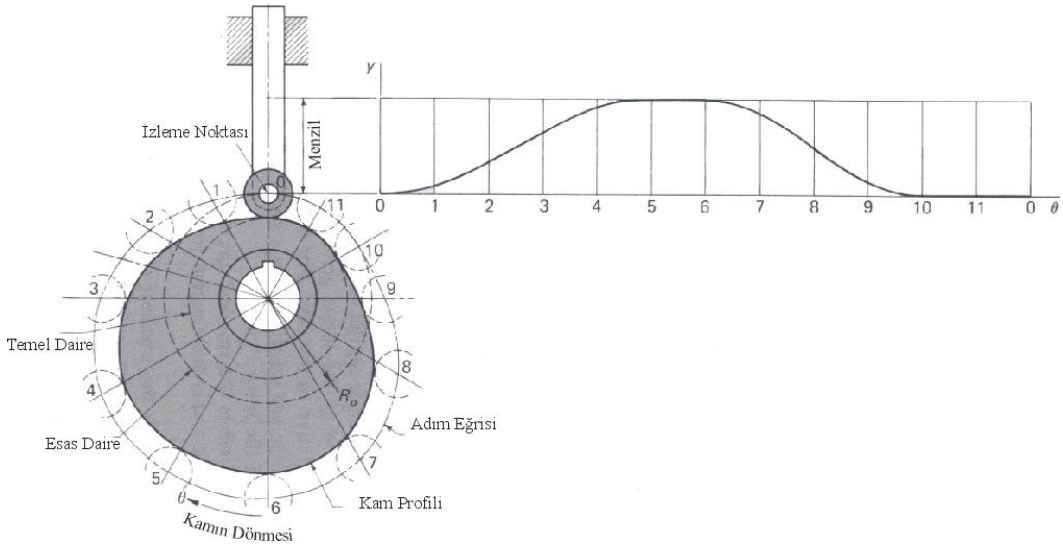
Kamın tasarımında izleyicinin hareketi esas alınır ve bu hareket dört periyoda ayrılır (Şekil 2.16).

- Yükselme: İzleyicinin kamın merkezinden uzaklaşma hareketidir
- Üst Duraklama: İzleyicinin en üst noktada bekleme, oyalanma periyodudur.
- Düşme: İzleyicinin tepe noktasından kam merkezine doğru alçalma hareketidir.
- Alt Duraklama: İzleyicinin en alt noktada bekleme periyodudur.



Şekil 2.16: İzleyici hareketleri

Kam diyagramı kordinat ekseninde yer değiştirmeleri absiste ise dönme açılarını gösterir.



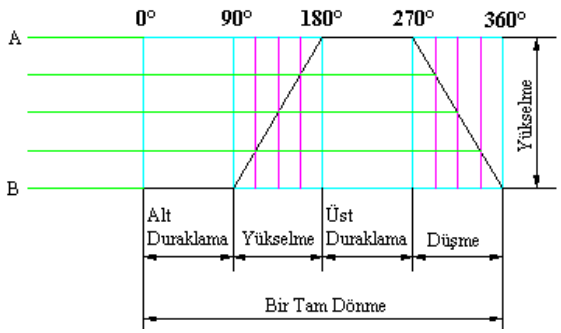
Şekil 2.17: Kam diyagramı

Şimdi bir kam profilinin çizimini görelim. Kam için verilen bilgiler aşağıda verilmiştir.

- Noktasal uçlu hizalı izleyici
- 50 mm Çaplı temel daire
- Sabit hızda 40 mm yükselme hareketi
- 0-90^0 Arası alt duraklama, 90^0-180^0 arası yükselme, 180^0-270^0 arası üst bekleme ve 270^0-360^0 arası düşme
- Saat yönünde dönme

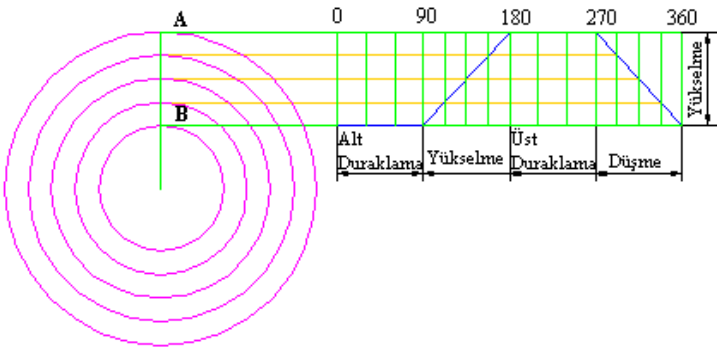
Adım adım kam profilini çizelim.

- İzleyici grafiği hedeflenen harekete göre çizilir. Burada temel dairenin yarıçapı 25 mm (50/2) ve yükselme menzili 40 mm ise en büyük dairenin yarıçapı 65 mm olur (Şekil 2.18).



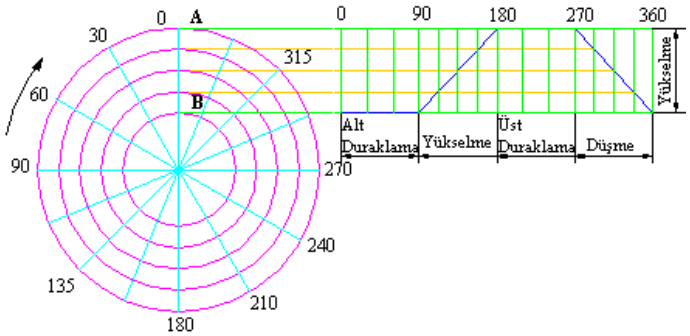
Şekil 2.18: Yerdeğiştirme diyagramı

- Asgari ve azami çaplara göre çemberler çizilir (Şekil 2.19).



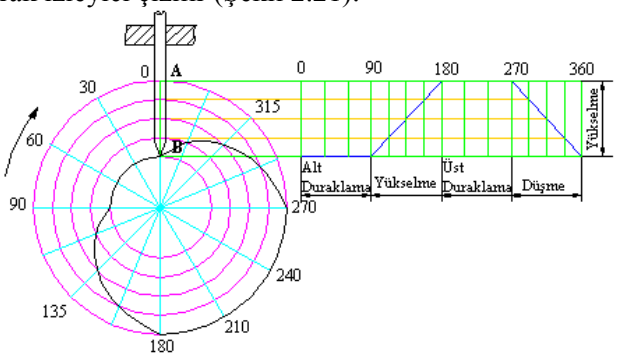
Şekil 2.19: Çember taksimatı

- Bu çemberler dikey olarak eşit parçalara bölünür. Örneğin duraklama yerleri için 30^0, yükselme ve düşme yerleri için 15^0 açılar alınabilir. Her çizgiye numara verilir. Kamın saat yönünde döndüğü için profilin dış çapı saatin ters yönünde numaralandırılır (Şekil 2.20).



Şekil 2.20: Kesişimlerin işaretlenmesi

- Tüm kesişim noktalarından geçen düzgün bir eğri çizilir. Bu kamın profilidir.
- Son olarak izleyici çizilir (Şekil 2.21).



Şekil 2.21: Kam diyagramı

ÖRNEK 1: Kamın temel dairesi 50[mm] ve saat akrebinin tersi yönünde dönen kam profilini çiziniz.

Hedeflenen Hareketler:

Yükselme Menzili : 20 mm

İlk 90 derecede (0 - 90 arası) : Hareket yok

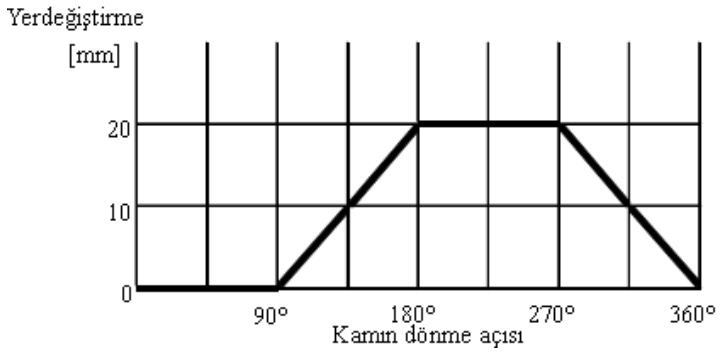
İkinci 90 derecede (90 – 180 arası) : 20[mm] yükselecek

Üçüncü 90 derecede (180 – 270 arası) : Hareket yok

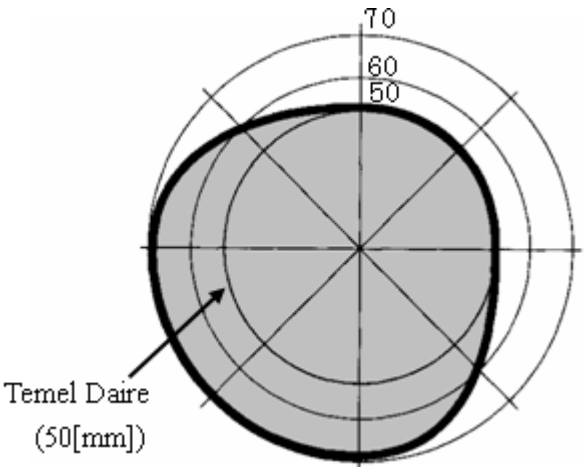
Dördüncü 90 derecede (270 – 360 arası) : 20 mm düşecek

ÇÖZÜM:

İzleyici Grafiği:



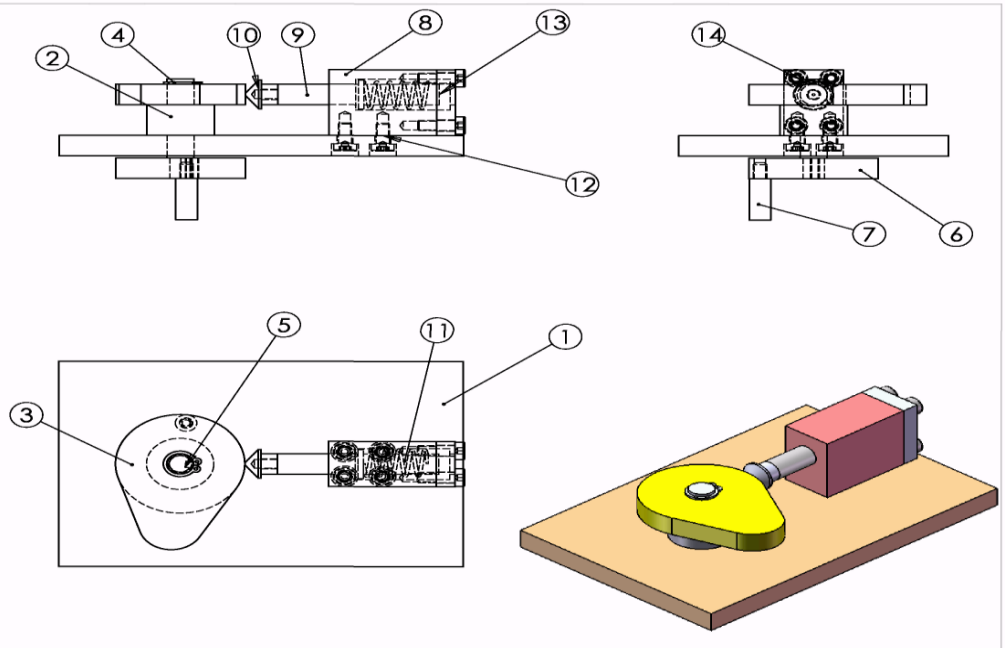
Kam Diyagramı:



Kam diyagramı kolaylıkla çizilmesine rağmen kama o biçimi vermek oldukça zordur. Günümüzde geleneksel kam işçiliğinin yerini hemen hemen CNC tezgâhları almıştır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda komple ve detay resimleri verilen kam mekanizmasını imal ediniz. Gruplar halinde çalışınız. Parçalar antette verilen sıraya göre işleyiniz.

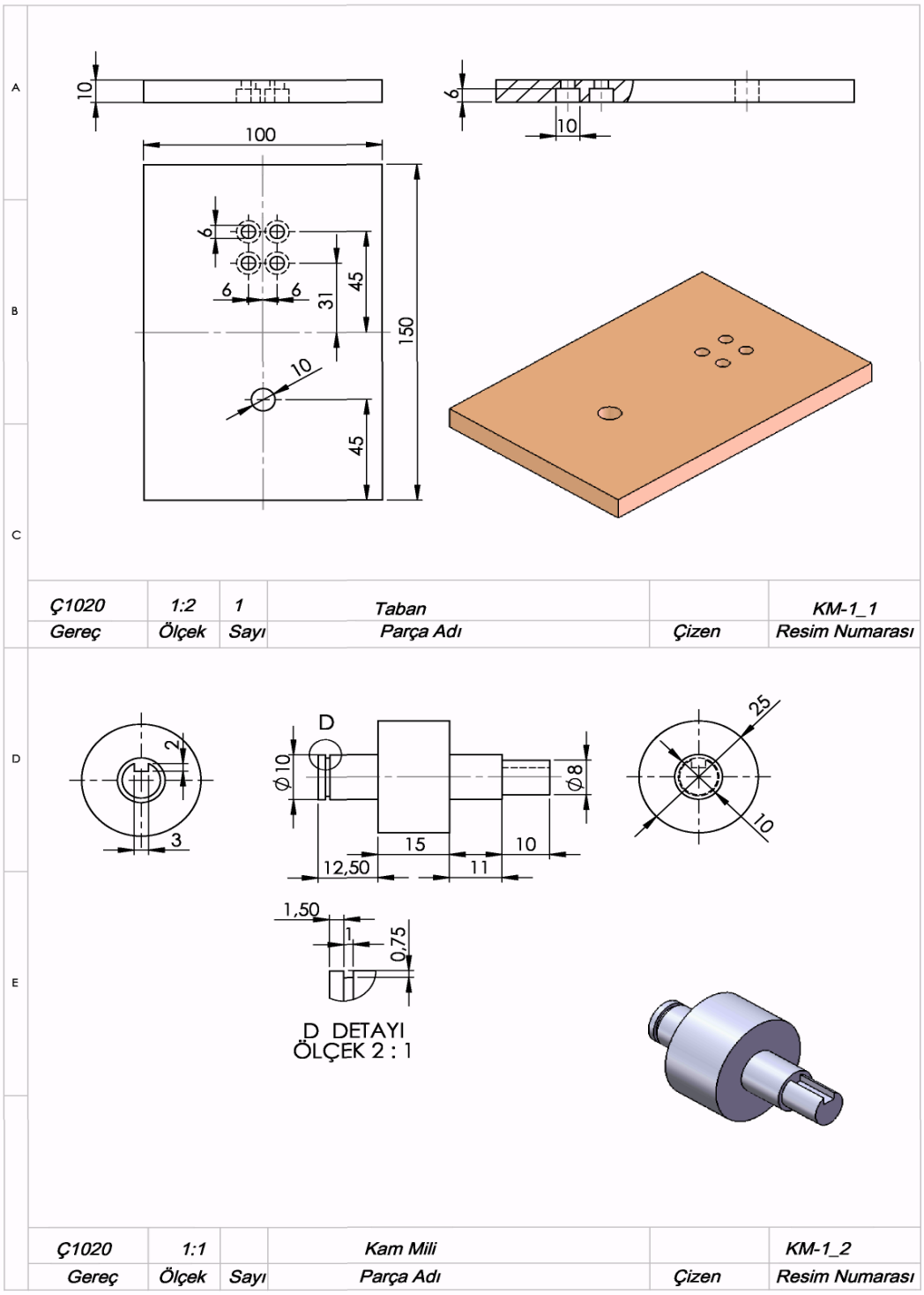


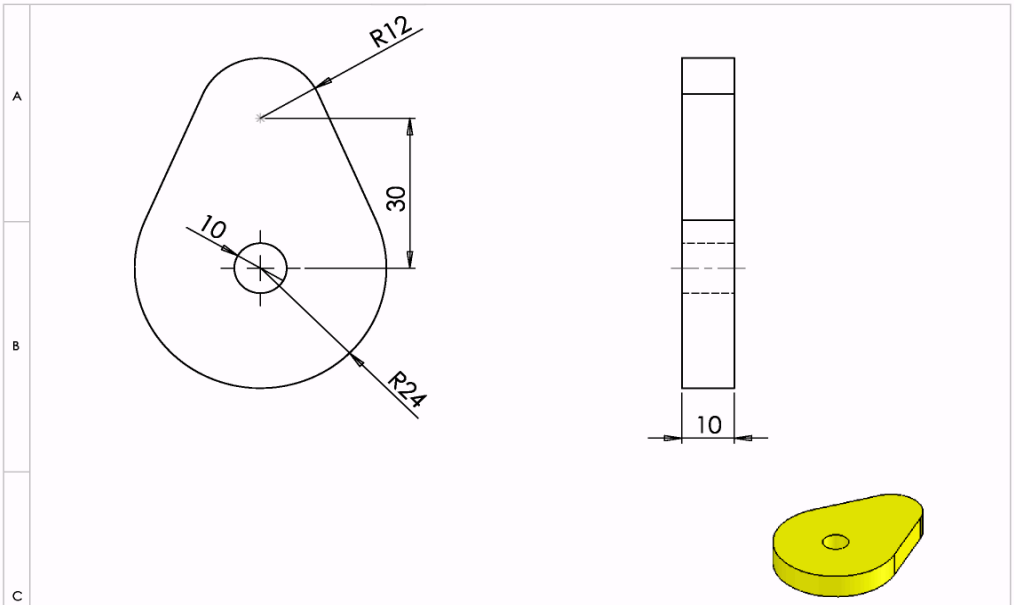
Sayı	Parça Adı	Resim No / Standart No	Parça No	Gereç	Açıklamalar
20	Toplam Parça Sayısı				
4	Imbus Civata M5x16	TS1020	14	Hazır	
1	Kapak	KM-1_13	13	Ç1020	
4	Imbus Civata M5x12	TS1020	12	Hazır	
1	Basınç Yayı 24x1,25x24	TS1440	11	Hazır	
1	İzleyici Şapkası	KM-1_10	10	Ç1020	
1	İzleyici	KM-1_9	9	Ç1020	
1	Yatak	KM-1_8	8	Pirinç	
1	Saplama	KM-1_7	7	Ç1020	
1	Çevirme Kasnağı	KM-1_6	6	Ç1020	
1	Emniyet Segmanı 10x1	KM-1_5	5	Ç1020	
1	Düz Kama 5x3x10	TS147	4	C45	
1	Kam	KM-1_3	3	Ç1020	
1	Kam Mili	KM-1_2	2	Ç1020	
1	Taban	KM-1_1	1	Ç1020	

	Tarih	Adı	İmza	Sayı
Çizen				
Kontrol		Murat ÖZDEVECİ		
Stan.Kont.				

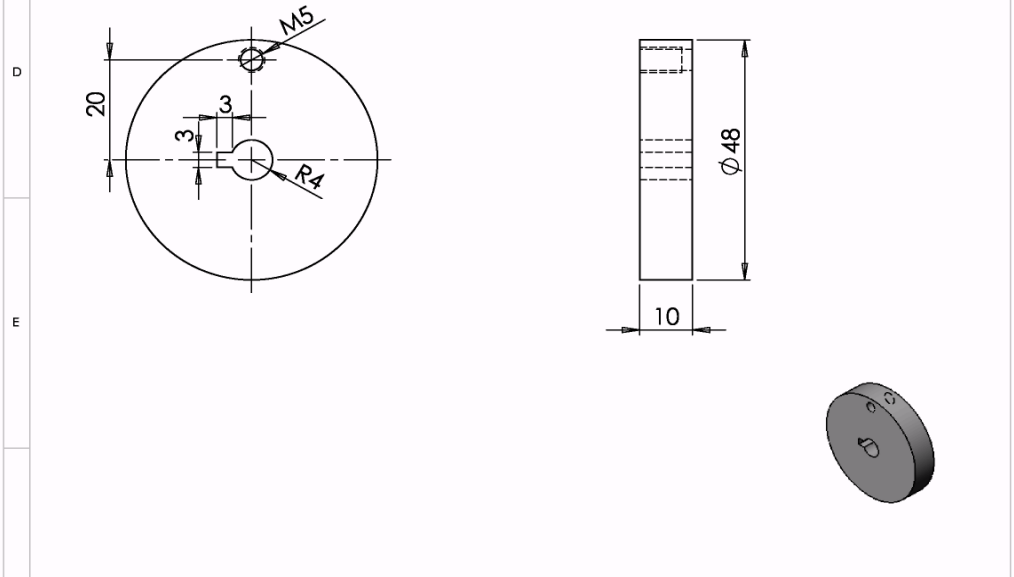
MAZHAR ZORLU ANADOLU TEKNİK ve PLASTİK ENDÜSTRİ MESLEK LİSESİ

Ölçek		Resim Numarası
1:2	KAM MEKANİZMASI	KM - 1

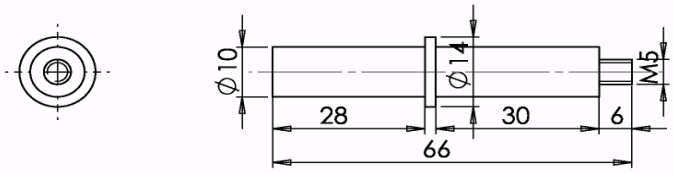

A
B
C
D
E
10
100
6
10
6
6
6
31
45
150
10
45
Ç1020
1:2
1
Taban
KM-1_1
Gereç
Ölçek
Sayı
Parça Adı
Çizen
Resim Numarası
2
3
D
Ø10
Ø8
15
10
12,50
11
25
10
1,50
1
0,75
D DETAYI
ÖLÇEK 2 : 1
Ç1020
1:1
Kam Mili
KM-1_2
Gereç
Ölçek
Sayı
Parça Adı
Çizen
Resim Numarası

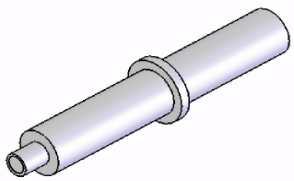


Ç1020	1:1	1	Kam		KM-1_3
Gereç	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Çizen	Resim Numarası

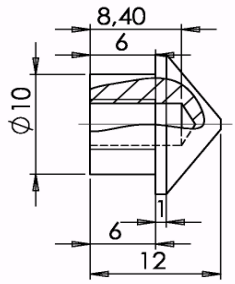


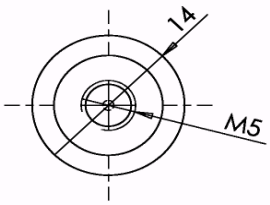
Ç1020	1:2	1	Çevirme Kasnağı		KM-1_6
Gereç	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Çizen	Resim Numarası



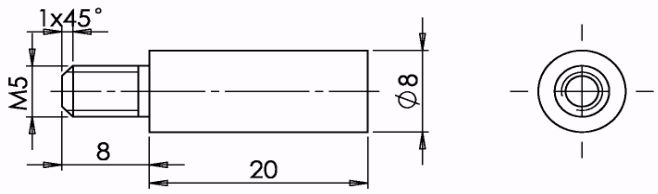


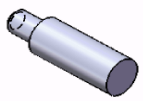
Ç1020	1:1	1	İzleyici		KM-1_9
Gereç	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Çizen	Resim Numarası



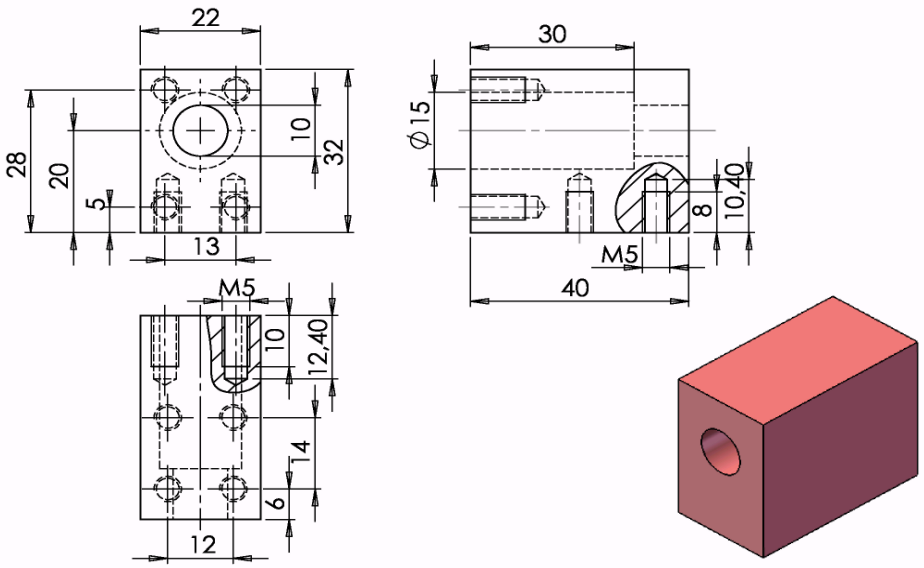


Ç1020	2:1	1	İzleyici Şapkası		KM-1_10
Gereç	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Çizen	Resim Numarası

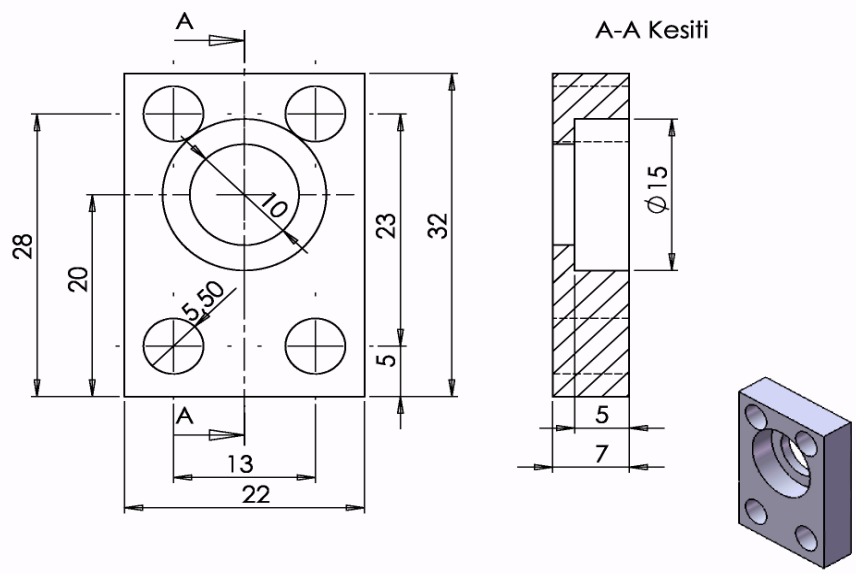




Çelik	2:1	1	Saplama		KM-1_7
Gereç	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Çizen	Resim Numarası



Pirinç	1:1	1	Yatak		KM-1_8
Gereç	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Çizen	Resim Numarası



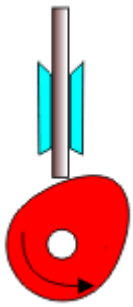
Ç1020	2:1	1	Ç1020		KM-1_13
Gereç	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Çizen	Resim Numarası

Gereç	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Çizen	Resim Numarası

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

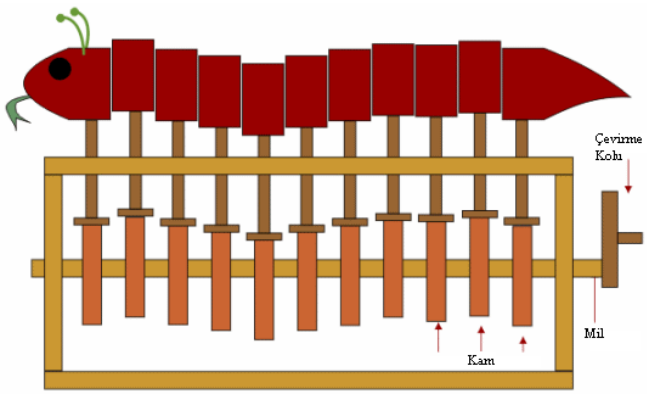
Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Şekilde görülen kam profilin aşağıdakilerden hangisidir?



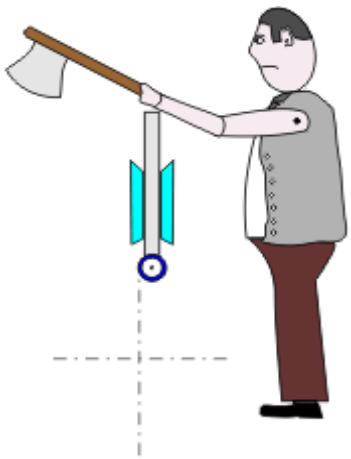
A) Armut Biçimli
B) Dairesel
C) Disk
D) Düşmeli

2. Şekilde görülen oyuncak böceğin hareket ediyor intibaını vermesi için kullanılması gereken kam tipi, aşağıdakilerden hangisidir?



A) Armut Biçimli
B) Dairesel
C) Disk
D) Düşmeli

3. Şekilde görülen mekanizmada kolun yukarı doğru yavaş; aşağıya doğru hızlı hareket edebilmesi için çizilecek kam profilini aşağıdakilerden hangisidir?



A) Armut Biçimli
B) Disk
C) Dairesel
D) Düşmeli

4. Aşağıdakilerden hangisi izleyicinin hareketinde katettiği en büyük yoldur?
A) Referans Dairesi
B) Temel Daire
C) Menzil
D) Adım

5. Aşağıdakilerden hangisi kam mekanizmalarından tasnifinde **yer almaz**?
A) Hareket Modu
B) İzleyicinin Biçimi
C) İzleyicinin Yerleşimi
D) D)Kam Hızı

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Doğru kayışı seçebildiniz mi?		
2. Kayış ölçülerine uygun kasnağı seçebildiniz mi?		
3. Detay parçalarını teknik çizimlerine göre üretebildiniz mi?		
4. Detay parçalarını montaj resmine göre montaj yapabildiniz mi?		
5. Yapılacak iş kam hesaplarını doğru yapabildiniz mi?		
6. Hesaplar sonucunda doğru kamı seçebildiniz mi?		
7. Detay parçalarını teknik çizimlerine göre üretebildiniz mi?		
8. Detay parçalarını montaj resmine göre montaj yapabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ -1'İN CEVAP ANAHTARI

1	**A**
2	**B**
3	**B**
4	**C**
5	**D**

ÖĞRENME FAALİYETİ -2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	**D**
2	**A**
3	**C**
4	**B**
5	**A**
6	**C**

KAYNAKÇA

- J. Edward Shigley, J. Joseph Uicker, **Theory of Machines and Mechanism,** McGraw-Hill Inc., 1980.
- Beer & Johnston Mc Graw-Hill, **Vector Mechanics for Engineers; Dynamics,** 1977.
- R. C. Hibbeler Pearson, **Engineering Mechanics Dynamics 8th edition,** Education, 1997.
- Lung-Wen Tsai, **Mechanism Design,** CRC Press, 2001.
- AKKURT Musatafa, **Makine Elemanları Cilt III,** Birsen Yayınevi, İstanbul, 1986.
- BAĞCI Mustafa, **Teknik Resim Cilt II,** Birsen Yayınevi, 1997.
- BIÇAKÇI Ali Naci -Mustafa ERKMEN, **SolidWorks,** Pusula Yayıncılık, 2006.
- ŞEN İ. Zeki - Nail ÖZÇİLİNİGİR, **Makine Teknik Resmi II,** Litoo Matbası, 1993.
- DÜZGÜN Derviş, **Uygulanmış Makine Elemanları,** 2001.